

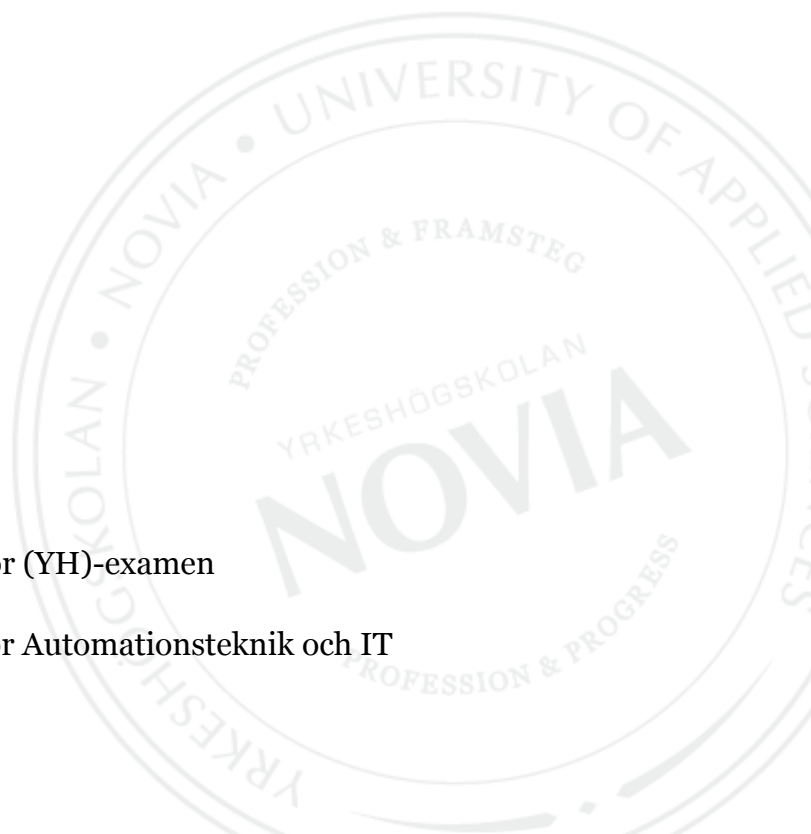
Byggnadsautomation ur en energieffektiv synvinkel

Janne Forsell

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Ekenäs 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Janne Johan Forsell

Utbildningsprogram och ort: Automationsteknik och IT, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Elplanering

Handledare: Tommy Lindén

Titel: Byggnadsautomation ur en energieffektiv synvinkel

Datum: 8.4.2013

Sidantal: 68

Bilagor: 0

Sammanfattning

Energieffektivitet i byggnader är en stor och aktuell fråga, vilket har lett till att det blivit allmänt att låta ett byggnadsautomationssystem styra och övervaka processer i byggnader. Automationssystemet strävar efter att hålla en låg energiförbrukning, samtidigt som inomhusklimatet optimeras enligt behovet.

Examensarbetet behandlar byggnadsautomationens grunder samt de typiskt tillhörande komponenterna och anläggningarna som integreras i systemet. I arbetet ingår en del som är baserad på ett finskt tillverkat automationssystem av märket Fidelix. Här beskrivs systemets komponenter, funktioner och de PC-verktyg som används av automationsentreprenören för att förverkliga ett fungerande automationssystem. Slutligen bevisar arbetet en inbesparning i form av en kalkyl där automationssystem används och hur systemets användare kan påverka på energieffektiviteten på olika sätt.

Språk: Svenska

Nyckelord: Byggnadsautomation, Fidelix, energieffektivitet, undercentral

BACHELOR'S THESIS

Author: Janne Johan Forsell
Degree Programme: Automation and IT, Raseborg
Specialization: Electrical Systems Design
Supervisors: Tommy Lindén

Title: Building Automation from an Energy Efficient Point of View /
Byggnadsautomation ur en energieffektiv synvinkel

Date: 8 April 2013 Number of pages: 68 Appendices: 0

Summary

Energy efficiency in buildings has become a major issue nowadays, which has resulted in the fact that we allow building automation systems to control and monitor processes in our buildings. The automation system continuously strives to maintain low power consumption at the same time as the indoor climate is optimized according to its needs.

The thesis deals with the basics of building automation and the most common components and equipment that are integrated in today's building automation solutions. The thesis continues with a part that is based on a Finnish manufactured automation system of a brand named Fidelix. It describes the automation system's main components, functions and PC tools that are used by the automation entrepreneur for realizing a fully functional building automation system. At the end of the thesis a calculation proves the saving in costs when an automation system is used, and how its users can affect the energy efficiency in different ways.

Language: Swedish

Key words: building automation, Fidelix, energy efficiency, remote terminal unit

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Janne Johan Forsell

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Automationsteknik och IT, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Sähkösuunnittelu

Ohjaaja: Tommy Lindén

Nimike: Rakennusautomaatio energiatehokkaasta näkökulmasta /
Byggnadsautomation ur en energieffektiv synvinkel

Päivämäärä: 8.4.2013

Sivumäärä: 68

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Rakennusten energiatehokkuudesta on tullut suuri asia nykypäivänä, sillä sen perusteella annamme rakennusautomaatiojärjestelmän valvoa ja ohjata rakennuksien prosesseja. Rakennusautomaatiojärjestelmä pyrkii jatkuvasti ylläpitämään matalaa energiankulutusta, samalla kun sisäilmasto optimoituu tarpeen mukaan.

Opinnäytetyössä käsitellään rakennusautomaation perusteita ja siihen yleisesti liittyviä laitteita ja komponentteja. Rakennusautomaation perusteiden jälkeen työssä esitellään Fidelix-merkkistä, suomalaisvalmisteista rakennusautomaatiojärjestelmää. Työssä käsitellään Fidelix-automaatiojärjestelmän komponentteja ja toimintoja sekä PC-työkaluja, joita automaatiourakoitsija käyttää laatiakseen toimivan rakennusautomaatiojärjestelmän. Lopuksi opinnäytetyössä osoitetaan selkeä kustannussäästö käytettäessä rakennusautomaatiojärjestelmää, ja miten järjestelmän käyttäjä voi vaikuttaa energiatehokkuuteen eri tavoin.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Rakennusautomaatio, Fidelix, energiatehokkuus, valvonta-alakeskus

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Syfte	2
3	Företagsbeskrivning	2
4	Byggnadsautomation	3
4.1	Vad är byggnadsautomation?	3
4.2	Användningsområden	3
4.3	Nackdelar med ett automationssystem	4
5	Fidelix	4
5.1	Fidelix automationssystem	5
5.2	Styr- och reglercentral	5
5.3	Centralenhet	5
5.3.1	Fx-2025A	6
5.3.2	FxSpider40	6
5.3.3	FxSpider40S	7
5.4	Moduler	7
5.4.1	Modul AI-8	7
5.4.2	Modul AO-8	8
5.4.3	Modul DO-8	9
5.4.4	Modul DI-16	9
5.4.5	COMBI-36	9
5.5	Mätning och reglering	10
5.5.1	Givare	10
5.5.2	Frys skydd	12
5.5.3	Spjällmotorer	13
5.5.4	Reglerventiler	13

5.5.5	Frekvensomvandlare	16
5.5.6	EC-motorer.....	18
5.6	Styrning och övervakning med Fidelix	18
5.6.1	Byggnadens ventilation, uppvärmning och kylning.....	19
5.6.2	Belysning.....	26
5.6.3	Tidsprogram	27
5.6.4	Alarm.....	27
5.6.5	Trendfunktioner.....	28
5.6.6	Uppföljning av energi- och vattenförbrukning.....	29
5.6.7	Uppföljning av drifttider	30
6	Genomförandet av ett fastighetsautomationssystem till en byggnad	31
7	Ritningar och dokument för byggnadsautomationssystem	36
7.1	Byggnadsautomationsbeskrivning	36
7.2	Systemschema	37
7.3	Planritning	37
7.4	Styrschema	37
7.5	Funktionsbeskrivning	38
7.6	Punktkatalog.....	39
8	Förverkligande av ett Fidelix automationssystem.....	39
8.1	PC verktyg.....	40
8.1.1	HTML-editor.....	40
8.1.2	Fx-Editor	43
8.1.3	OpenPCS	47
8.2	Uppladdning av program till undercentralen	52
9	PI- reglering	53
9.1	PI-reglering i programmet FX-Editor	56
10	Energiberäkning	58
10.1	Jämförelse av kostnader vid konstant luftutbyte och behovsstyrt luftutbyte	58

11	Ägarens användning av automationssystemet och dennas påverkan på energieffektiviteten	64
11.1	Energieffektivitet.....	64
11.2	Fastighetsautomationssystemets pålitlighet	65
11.3	Kontinuerlig förbättring av automationssystemet.....	65
12	Slutsats	66
	Källförteckning	67

1 Inledning

Detta examensarbete är beställt av Hangö Elektriska och behandlar byggnadsautomationens grunder och de vanligaste anläggningarnas funktion med tillhörande komponenter som används i dagens byggnadsautomationslösningar. Arbetet baserar sig till största delen på ett finskt tillverkat fastighetsautomationssystem av märket Fidelix. Arbetet är skrivet ur en energieffektiv synvinkel eftersom detta har blivit något man försöker sträva efter i nya och existerande byggnader.

Energieffektivitet i byggnader har blivit allt viktigare under åren, eftersom energi är mycket dyrbart i dagens läge. Med ett byggnadsautomationssystem kan ett idealt inomhusklimat uppnås mycket energieffektivt. Detta görs genom att hålla ventilationen och inomhustemperaturen på en optimal nivå med beaktande när det finns verksamhet i fastigheten.

Investeringen av byggnadsautomationssystem görs oftast för att uppnå en god energieffektivitet, men systemen bjuder även på andra nyttiga funktioner som hjälper till att övervaka och skydda fastigheten på olika sätt. De flesta byggnadsautomationssystem presenterar processgrafiker om processers tillstånd, mätvärden och dess ställdons lägen. Detta gör automationssystemet till ett dagligt verktyg för fastighetsskötare eller servicepersonal eftersom byggnadens data finns lätt tillhands samlat på en och samma plats.

Under mina arbetsplatsförlagda studier som jag utförde under senvintern på företaget Hangö Elektriska, fick jag genomföra ett byggnadsautomationsprojekt från början till slut. Arbetet innehöll arbetsmoment som installation, koppling, ritning av grafiker, programmering och till slut optimering av systemet.

Detta examensarbete behandlar dock inte projektets gång i helhet, utan endast delar av projektets grafiska användargränssnitt, konfigurerings och programmeringsdelar tas upp i samband med då PC-verktygen för Fidelix automationssystem presenteras. Orsaken till detta är att beställaren av byggnadsautomationssystemet inte tillät att projektet fick bli tillgängligt för utomstående, och dels för att detta inte var examensarbetets syfte från början.

2 Syfte

Hangö Elektriska beställde detta examensarbete för att jag skulle lära mig om byggnadsautomation förverkligat med fastighetsautomationssystemet Fidelix. Examensarbetet skulle beskriva hur ett Fidelix-system är uppbyggt och ta upp funktionsprincipen på alla de komponenter och anläggningar som ett typiskt fastighetsautomationssystem innehåller, i form av en självstudie. Det skulle även framgå hur ett fastighetsautomationsprojekt sköts från början till slut samt bevisa en inbesparing då fastighetsautomation används i form av en kalkyl.

De andra kraven för detta examensarbete var att arbetet skulle vara skrivet ur en energieffektiv synvinkel, eftersom detta har blivit viktigt i dagens byggnader.

Examensarbetet skulle vara strukturerat så det kan användas som Hangö Elektriskas mer omfattande introduktionsmaterial för nyanställda som skall börja arbeta med Fidelix.

3 Företagsbeskrivning

Hangö Elektriska Ab är grundat som ett elinstallationsföretag år 1937 i Hangö. Företaget har ca 90 personer antälda i dagens läge och erbjuder tjänster inom elinstallation, automation och VVS. Hangö Elektriska driver också en affär i Hangö där de säljer elapparater och elmaterial. Förutom verksamheten i Hangö har företaget ett sidokontor i Billnäs med en butiksdel där de har försäljning av elmaterial. (Hangan Sähkö 2012).

Företagets verksamhetsområde är i Finland och utomlands. Under åren har det installerats flera stora lyftkranar runt om i världen och stora installationsprojekt har utförts i Sverige med trogna återkommande kunder. (Hangan Sähkö 2012).



Figur 1. Hangö Elektriskas logo. (Hangan Sähkö 2012)

4 Byggnadsautomation

Byggnadsautomation kan i själva verket jämföras med processautomation som används i industrier, men eftersom skillnaderna är stora i vad som styrs och vilka storheter som mäts har byggnadsautomation fått en egen kategori. (Värjä & Mikkola 2009, s. 5-7).

4.1 Vad är byggnadsautomation?

Så gott som all elektronisk utrustning i en fastighet kan styras och ställas med ett automationssystem men det som gör investeringen lönsam är att styra och övervaka de största energiförbrukarna i byggnaden. En stor del av byggnadens energi går till uppvärmning av utrymmen och varmvatten samt till ventilation. Med hjälp av ett korrekt inställt automationssystem kan energiförbrukningen minimeras i dessa delar. (Värjä & Mikkola 2009, s. 5-7).

Samtidigt som energiförbrukningen minskar, ökar trivseln med hjälp av att hålla jämn temperatur och optimalt luftutbyte, tillika som byggnadens konstruktioner och material bevaras i gott skick. (Värjä & Mikkola 2009, s. 5-7).

Förutom att minska på energiförbrukningen vill man ofta utnyttja automationssystemet för att öka på säkerheten i byggnaden. Detta kan göras med att styra elektroniska dörrlås, inbrottsalarm samt koppla in smarta alarmfunktioner som t.ex. kallar på fastighetsskötaren med ett textmeddelande då något fel uppstår. (Värjä & Mikkola 2009, s. 5-7).

Dagens byggnadsautomationssystem ger möjlighet till att se grafiska bilder över byggnadens mätningar och ge en överblick av byggnadens automatiserade processer. Här kan också t.ex. byggnadens energiförbrukning och temperaturer presenteras som diagram från ett visst tidsintervall.

4.2 Användningsområden

Nuförtiden lämpar sig automationssystem till stora och små byggnader.

Automationssystem har installerats i större byggnader sedan 1980-talet, men redan i början av 2000- talet blev automation allt vanligare i privata bostadshus och sommartugor.

Mindre automationssystem fås relativt förmånligt i dagens läge, vilket har ökat kraftigt på efterfrågan. (Värjä & Mikkola 2009, s. 5-7).

4.3 Nackdelar med ett automationssystem

Ett automationssystem för större fastigheter är en stor investering, men med optimala inställningar kommer rätt dimensionerade anläggningar att betala sig tillbaka relativt snabbt.

Då det uppstår fel i automationssystemet klarar fastighetsskötaren sällan av att reda ut felet, utan är tvungen att kalla en kunnig person på plats. För att reda ut ett fel i byggnadsautomationssystem bör man ofta ha utbildning inom elbranschen men oftast räcker inte enbart detta. Felsökning kräver också kunskap om själva automationssystemet och dessutom kunskap om ventilations- och värmesystem för att förstå helheten. Eftersom felen kan vara på fältet eller i styr- och reglercentralen behöver man också kunna använda PC-verktygen som är avsedda för automationssystemet. (Härkönen, m.fl. 2012, s.30-31).

Finlands växlande klimat kan även ställa till med en del problem. Eftersom utetemperaturen växlar mycket kan det vara svårt att hitta optimala inställningar för värme- och kylsystemet under det första året. Detta innebär att automationssystemet kan behöva optimering av en behörig person om det blir för varmt eller kallt i byggnaden. Optimering av automationssystem hör oftast till garantiarbete och påverkar inte kunden ekonomiskt på något sätt. (Härkönen, m.fl. 2012, s.30-31).

5 Fidelix

Fidelix Oy är ett finskt företag som grundades år 2002 i Vanda. Företaget säljer och installerar byggnadsautomationssystem samt alarmlösningar till företag och privatpersoner. Fidelix Oy har över 80 anställda på 8 orter i Finland, varav huvudkontoret är i Vanda. (Fidelix 2012).

Företaget har vuxit för varje år och översteg 10 M€ omsättning år 2011. En stor del av företagets produkter går till export varav en stor del säljs till Sverige, men även till andra europeiska länder. (Fidelix 2012).

5.1 Fidelix automationssystem

Fidelix är ett fritt programmerbart automationssystem med breda möjligheter till styrning, reglering och övervakning. Ett komplett automationssystem består av en centralenhet, modulkort och kringutrustning. Till kringutrustning hör givare, sensorer, ventiler, spjäll, frekvensomvandlare, pumpar och motorer, d.v.s. allting som befinner sig utanför, och är kopplat till styr- och reglercentralen. (Fidelix 2012).

Centralenheten är oftast utrustad med en skärm där det är möjligt att se grafiska bilder för att övervaka och göra ändringar för automationen i byggnaden. Eftersom systemet skräddarsys efter kundens behov fås den information kunden vill ha presenterad på de grafiska bilderna som uppvisas på centralenhetens skärm, eller på en dator i övervakningscentralen. (Fidelix 2012).

Med Fidelix automationssystem är det också möjligt att koppla upp sig till centralenheten via en vanlig webbläsare, från vilken dator som helst var än man befinner sig. Via webbläsaren syns byggnadens processgrafiker som gör det lätt att övervaka byggnaden och göra ändringar för automationssystemet oberoende var man befinner sig. (Fidelix 2012).

5.2 Styr- och reglercentral

Då byggnaden utrustas med ett automationssystem brukar det installeras ett eget elskåp för fastighetens automation. Detta kallas för byggnadens styr- och reglercentral, eller undercentral. På finska heter detta valvonta-alakeskus och förkortas VAK. Orsaken till att jag tog upp den finska förkortningen är att denna ofta används av finlandssvenskar och därför är den bra att känna till. (Härkönen, m.fl. 2012, s.102-103).

5.3 Centralenhet

Centralenheten i ett Fidelix automationssystem är i grunden en industridator som sköter om att automationsprocessen löper på ett önskat vis. För att datorn skall fungera korrekt i olika situationer i automationsprocessen bör den köra ett program som skapas av entreprenören.

5.3.1 Fx-2025A

Den nyaste centralenheten av Fidelix är av modell Fx-2025A och eftersom den i grunden är en dator, har denna ett operativsystem. Centralenheten kör Windows CE 6.0 som är ett operativsystem gjort för industridatorer. (Fidelix 2012).

Centralenheten fås utan skärm, men den populärare modellen är utrustad med en integrerad pekskärm på 10,4" som visas i figur 2 nedan. Pekskrmen visar processanvändargränssnitt och ger användaren möjlighet till att göra ändringar i automationens funktion. Pekskrmen kommer även till nytta för dem som installerar automationssystemet, eftersom felsökning, konfigurering och en del programmering kan göras från centralenhetens skärm. (Fidelix 2012).



Figur 2. En FX-2025A centralenhet med 10,4" pekskärm.

5.3.2 FxSpider40

Spider-40 modellen är en fritt programmerbar centralenhet som lämpar sig till mindre byggnader. Denna modell kan t.ex. användas för att automatisera en radhusbyggnads

värmesystem, utebelysning och inbrottsskydd. Centralenheten innehåller både skärm och moduler som används för mätning, reglering, styrning och övervakning. (Fidelix 2012).

5.3.3 FxSpider40S

Det finns även en centralenhet av modell FxSpider40S som enbart är för inbrotts- och passerövervakning. Passerövervakningen kan kontrolleras med en RFID läsare och elektroniska nycklar, kodlås eller en kombination av dessa två för att få en högre säkerhet på identifieringen. (Fidelix 2012).

5.4 Moduler

Modulerna som Fidelix använder är kretskort som kommunicerar sinsemellan och med centralenheten (Härkönen, m.fl. 2012, s.104). Kommunikationen sker enligt ett Modbus-protokoll som är ett av de vanligaste i dagens automationslösningar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.135).

All kringutrustning på fältet är kopplad till modulernas kopplingspunkter. Modulerna har en viss mängd kopplingspunkter, där varje punkt har en egen adress. Adresseringen används för att centralenheten skall kunna hålla reda på varifrån ett mätvärde eller signal kommer, eller vilken utgång som skall aktiveras för att påverka rätt apparat. (Härkönen, m.fl. 2012, s.104).

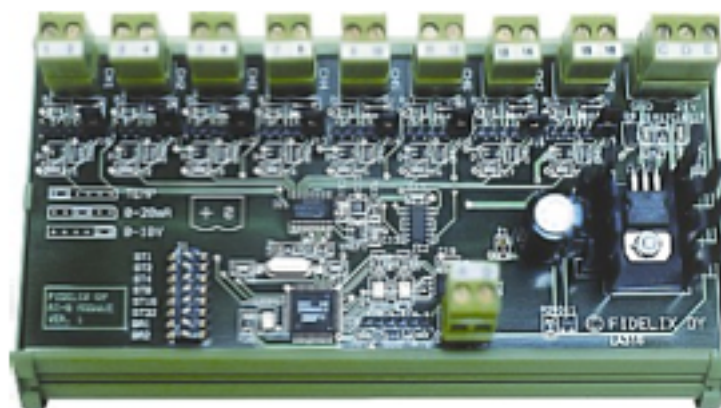
Det finns fyra huvudtyper av modulkort som huvudsakligen används i ett byggnadsautomationssystem. Dessa är analoga in- och utgångar samt digitala in- och utgångar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.104).

Förutom de ovanstående in- och utgångarna kan Modbus- protokollet användas för att kommunicera med utrustning på fältet. Utbudet på utrustning är tillsvdare relativt litet, men en del mer komplicerade apparater som t.ex. frekvensomvandlare och EC- motorer finns på marknaden för detta protokoll. (Härkönen, m.fl. 2012, s.135).

5.4.1 Modul AI-8

AI-8 modulen är ett kort som har 8 stycken analoga ingångspunkter och används för mätningar av olika slag. Temperaturmätningar mäts vanligtvis som resistansförändringar i givaren, medan tryck, flöden och haltigheter fås som 0-10 VDC spänningsmeddelande. Ett

annat alternativ för spänningsmeddelande är 4-20mA strömloop som används mycket inom industrier, men detta används sällan med ett Fidelix automationssystem. (Härkönen, m.fl. 2012, s.106).



Figur 3. Fidelix AI-modul. (Fidelix)

Då centralenheten får värden från givarna går inte dessa att använda direkt, utan måste konverteras med såkallade konverterinstabeller. Detta görs för att t.ex. ändra temperaturgivarens resistans till celcius grader, eller tryckgivarens utgivna spänning till enheten Pascal. Eftersom konverteringstabeller för de vanligaste givarna finns färdigt i centralenheten behöver man endast veta typen på givaren och aktivera rätt tabell i centralenheten för att få korrekta mätvärden. Vid behov kan också egna tabeller läggas till i centralenhetens minne. (Härkönen, m.fl. 2012, s.106).

5.4.2 Modul AO-8

Modulen har 8 stycken analoga utgångspunkter och används t.ex. för steglös reglering av ventiler, spjäll och frekvensomvandlare. Regleringen sker med en spänning mellan 0-10 VDC.

Som exempel kan man ta en ventil som reglerar vätskeflödet i en process. Då analoga utgången skickar 0VDC till ventilen kommer den att vara stängd. Skickas 5 VDC kommer ventilen att vara 50% öppen och vid 10VDC är ventilen fullt öppen. Spänningen som analoga utgången genererar används endast för styrning, vilket innebär att de reglerbara komponenterna är försedda med egen spänningsmatning för att utföra det mekaniska arbetet på t.ex en ventil eller ett spjäll. (Härkönen, m.fl. 2012, s.107).

5.4.3 Modul DO-8

DO-8 eller *Digital Output* som betyder att kortet har 8 stycken digitala utgångar. Modulen kan i princip också kallas för ett reläkort eftersom utgångarna är reläer med växelkontakter. Detta möjliggör att elanläggningar under gränserna 250 VAC och 10 A kan styras direkt från reläet och högre effekter kan manövreras med kontaktorer som styrs från modulens digitala utgång. Varje utgång på modulen har en trelägesbrytare där lägena är manuellt-, spänningslöst- och automatiskt läge. (Härkönen, m.fl. 2012, s.105).



Figur 4. Fidelix DO-8 modul. (Fidelix)

5.4.4 Modul DI-16

DI-16 namnet berättar att det är fråga om en *Digital Input* med 16 stycken punkter. Digitala ingångarna, även så kallade binära ingångar har endast två lägen de kan indikera som antingen är 1 eller 0. Kommer det in en spänning mellan 20VDC och 48VDC kommer systemet att indikera en etta och ifall punkten inte känner av någon spänning indikeras en nolla till centralenheten. Detta används bl.a. för alarm samt för att få status och lägesinformation av apparater och komponenter. (Härkönen, m.fl. 2012, s.104-105).

Ett alarm kan exempelvis aktiveras då läget byts från 1 till 0 eller tvärtom. En lägesinformation är t.ex. då man vill få information om i vilket läge en kontaktor eller en brytare är i. Lägesinformationen kan t.ex. användas för att ge alarm eller startlov till en process. (Härkönen, m.fl. 2012, s.104-105).

5.4.5 COMBI-36

Combi modulen är en kombination av de fyra ovanstående modultyperna. Kortet har 8 stycken analoga in- och utgångar för mätning och reglering, 12 stycken digitala ingångar för indikering och 8 stycken digitala utgångar för styrning. Combikortet är populärt för sin kompakta storlek som sparar utrymme i styr- och reglercentralen. (Fidelix 2012).



Figur 5. COMBI-36 modul. (Fidelix)

5.5 Mätning och reglering

Automationssystemet grundar sig på att få information från byggnaden med sensorer och givare, för att sedan kunna styra och reglera processer på ett önskat vis. Kapitlet tar upp de vanligaste givarna och komponenterna för reglering.

5.5.1 Givare

Produal är ett företag med ett brett sortiment av givare som används mycket inom byggnadsautomation. Därför kommer jag att använda denna tillverkares givare som exempel.

Temperaturgivaren

Den mest förekommande givaren i ett byggnadsautomationssystem är temperaturgivaren. Typiska temperaturmätningar görs i utrymmen, vätskerör, ventilationskanaler och varmvattenberedare. Mätningarna görs för att automatinsystemet skall kunna hålla rätt temperaturer eller ge alarm. (Härkönen, m.fl. 2012, s.115-117).

För temperaturmätningar i olika medium och omständigheter finns givare med olika mät- och monteringsätt men själva mättekniken är oftast den samma för givarna. Till själva mätningen används vanligtvis en NTC-10 termistor vars förkortning kommer från engelskans *Negative Temperature Coefficient* (Produal 2012). Givaren har en resistans på 10 kohm vid 25 °C och eftersom givaren är av typen NTC, kommer resistansen i givaren att sjunka då temperaturen ökar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.115).



Figur 6. TEK NTC 10 för temperaturmätning i ventilationskanaler (Pro dual)

Tryck- och tryckskillnadsgivaren

Tryckmätningar görs i ventilationskanaler, vätskerör och behållare för att få optimala inställningar av tryck och information att processerna fungerar korrekt. (Värjä & Mikkola 2009, s. 44).

Tryckskillnadsmätningar görs t.ex. mellan utrymmen för att hålla övertryck eller undertryck. Det som också har blivit vanligt är att mäta tryckskillnaden mellan ventilationskanalen och utrymmet för att få ett kanaltryck, som sedan kan användas för att reglera luftflöden.

Genom att jämföra trycket före och efter filtret i ventilationsanläggningar fås information om när filtret är stockat och bör bytas ut. (Pro dual 2012).



Figur 7. Pro duals tryckskillnadsgivare med och utan skärm. (pro dual 2012)

Tryckgivarna som främst används i byggnadsautomation från tillverkaren Pro dual är av modellen PEL. Dessa givare använder sig av en piezoresistiv mätmetod för att känna av tryck eller tryckskillnader. Givarnas funktionsspänning är 24VAC/DC och kan ge det uppmätta tryckvärdet till analoga mätpunkten med 0-10VDC spänningsmeddelande eller 4-20mA strömloop. (Pro dual 2012).

Fuktgivaren

Utöver temperaturen inne i byggnaden är man ofta intresserad av att veta hur fuktig luften är. Luftfuktigheten spelar stor roll för hur byggnadens material och konstruktioner mår, är fuktigheten för hög finns det stor risk för mögel och fuktskador i byggnaden (Laitinen 2010, s. 38).

Produal säljer inte enbart fuktgivare, utan deras lösning är en kombinerad temperatur och fuktgivare. De har givare som monteras på ventilationskanalen för att mäta temperatur och fukt i kanalen, rumsgivare och en kombination av dessa två samt en givare med högre kapslingsklass för utomhusbruk. (Produal 2012).

Koldioxidgivaren

För att försäkra att luften i ett utrymme är ren och att luftutbytet är tillräckligt kan man använda sig av en koldioxidgivare som mäter CO₂ halten i utrymmet. Givarna passar speciellt bra för sådana utrymmen som en varierande mängd människor vistas i oregelbundet. Sådana utrymmen kan t.ex. vara klassrum, matsalar och mötesrum. (Värjä & Mikkola 2009, s. 43).

Enheten som används i CO₂ mätning är *ppm* som kommer från engelskans *parts per million*. Uteluftens CO₂ halt är ca 400 ppm och inomhus tillåts vanligtvis halter upp till 1000 ppm. (Härkönen, m.fl. 2012, s.118).

5.5.2 Frysskydd

Frysskyddets uppgift i ventilationsanläggningen är att förhindra att vattenrören och värmebatteriet skall frysa. Temperaturmätningen görs på returvattnet och då frysskyddets inställda temperatur nås, som vanligtvis är 8 °C, löser skyddet ut. Då frysskyddet löst ut kommer automationssystemet att omedelbart stänga tilluftspjället och fläktmotorn stannas automatiskt för att förhindra förfrysning. Efter detta bör frysskyddet kvitteras för hand för att åter få igång processen. (Uusi kiinteistöautomaatio 2009, 107).

5.5.3 Spjällmotorer

Ventilationsmaskiner är utrustade med ett luftspjäll på tilluftssidan och ett på frånluftssidan. Detta för att kunna göra regleringar och stänga lufttillförseln till ventilationsanläggningen vid behov (Värjä & Mikkola 2009, s. 126). Vanligtvis väljs en sådan spjällmotor till frånluftssidan som har fjäderretur, dvs. då spjällmotorn blir spänningslös stängs spjället automatiskt med hjälp av en fjäder. På tilluftssidan krävs vanligtvis att spjällmotorn och själva spjället har fjäderretur. (Härkönen, m.fl. 2012, s.126).



Figur 8. Belimos spjällmotor (Belimo 2012)

Då ventilationsanläggningen inte är igång skall tilluftspjället vara stängt för att undvika drag och hindra att kall luft kommer in i byggnaden via ventilationskanalerna. Spjäll kan även användas för att återcirkulera en del varmluft från frånluftssidan till tilluftssidan i ventilationsmaskinen för att ta vara på värme inifrån byggnaden. Denna lösning håller dock på att försvinna eftersom nya tekniker tar vara på värmen utan att behöva blanda förorenad luft från byggnaden med frisk luft utifrån. (Värjä & Mikkola 2009, s. 51, 105).

Spjällens funktionsspänning kan vara 24 VAC eller 230 VAC och spjällets vinkel regleras vanligtvis med 0-10 VDC spänningsmeddelande. (Belimo 2012).

5.5.4 Reglerventiler

För att kunna reglera och stänga av vätskeflöden används ventiler av olika slag. En fastighet kan ha ventiler som öppnas och stängs manuellt, men i byggnadsautomation används motorventiler för att noggrant kunna reglera ett flöde för en process (Härkönen, m.fl. 2012, s.123-124). De vanligaste typerna på ventiler som används inom byggnadsautomation för att reglera en process är två- och trevägsventiler. Med en

tvåvägsventil menas att ventilen har två anslutningar, medan trevägsventilen har tre anslutningar. Mellan anslutningspunkterna finns något som gör det möjligt att reglera flöden på olika sätt vilket kommer att tas upp i följande kapitel. (Belimo 2012).

Tvåvägs reglerkulventil

Ventilen har en kula i mitten som kan roteras av en ventilmotor. Kulan har ett genomgående hål i sig då den är vriden fullt åt ena hållet och tillåter då ett vätskeflöde till andra anslutningen, men ifall kulan vrids fullt åt andra hållet stänger den av vätskeflödet helt och hållet. Ventilen används för att stänga av eller reglera vätskeflöden i en process. (Belimo 2012).



Figur 9. Tvåvägsreglerkulventil (Belimo 2012)

Trevägs reglerkulventil

Uppbyggnaden för denna ventil är den samma som för tvåvägsventilen, dvs. med en kula i mitten av ventilen. Denna ventil används däremot för att blanda två vätskeflöden till ett, eller dela ett vätskeflöde till två.



Figur 10. Trevägsreglerkulventil (Belimo 2012)

Vridande ventilmotorer

Ventilmotorn som används för kulventiler är en s.k vridande ventilmotor, eftersom motorn påverkar ventilen med en vridande rörelse. Motorerna finns som stegreglerade och kontinuerligt reglerade, där den senare nämnda vrider sig enligt ett spänningsmeddelande mellan 0-10 VDC. Skickas en styrspänning på 0 VDC är ventilen stängd och fullt öppen vid en spänning på 10 VDC. Spänningar där emellan vrider ventilen till sitt rätta läge, dvs. skickas spänningsmeddelandet 5,30 VDC kommer ventilen att öppna 53 %.

Styrspänningen används endast för att ge ventilmotorn information vart den skall vrida sig, medan en skild spänningsmatning sköter om strömförsörjningen till det egentliga mekaniska arbetet. (Belimo 2012).



Figur 11. Belimos vrindande ventilmotor monterad på en tvåvägsventil (Belimo 2012)

Sätesventiler

Sätesventiler finns också som två- och trevägs och används till samma ändamål som kulventiler. Skillnaden från den föregående ventilen är att istället för en kula som vrider inne i ventilen finns en kägla som gör en linjär rörelse mellan anslutningarna. Flödet regleras enligt hur långt ner käglan kommer i ventilen, dvs. skuffas käglan så långt ned i ventilen som möjligt släpper inte ventilen någon vätska över till andra anslutningen, påverkas inte käglan hålls maximalt flöde. (Belimo 2012).



Figur 12. Tvåvägssätesventil (Belimo 2012)

Linjära ventilmotorer

Sätesventiler regleras av sk. linjära ventilmotorer och som namnet säger gör motorn en linjär rörelse. Dessa används för att reglera sätesventiler och finns i olika storlekar. Då det kommer till riktigt stora flöden som skall regleras är det vanligtvis en linjärmotor monterad på en sätesventil som används. (Härkönen, m.fl. 2012, s.124-125).



Figur 13. Linjärmotor monterad på en sätesventil (Belimo 2012)

5.5.5 Frekvensomvandlare

En likströmsmotors varvtal kan regleras med att enbart ändra på spänningen som motorn är kopplad till. Då det är fråga om en växelströmsmotor måste matande spänningens frekvens ändras för att det skall vara möjligt att justera motorns varvtal. Detta görs med en frekvensomvandlare. (Härkönen, m.fl. 2012, s.127).

Frekvensomvandlaren är en apparat som består av tre huvuddelar. Den första delen ändrar 3-fas nätspänning till pulserande likspänning. Nästa steg är att åstadkomma en ren likspänning som skickas vidare till sista skedet där 3-fas växelspanning återskapas med hjälp av en styr- och reglerkrets. Styr- och reglerkretsen ger kommandon åt inbyggda krafttransistorer om hur de skall arbeta, vilket möjliggör att en önskad frekvens kan fås ut ur frekvensomvandlaren. Spänningens amplitud som fås ut från frekvensomvandlaren varierar i förhållande till den önskade frekvensen, vilket medför att växelströmsmotorer kan köras med steglösa rotationshastigheter energieffektivt. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.11).

Största nyttan fås då pumpar och fläktmotorer körs med frekvensomvandlare. Då pumpar och fläktmotorer roterar med full hastighet och vätskeflöden stryps med ventiler, eller luftflöden begränsas med spjäll, går det mycket energi till spillo. Istället kan pumpar och fläktmotorer köras med optimalt varvtal med hjälp av en frekvensomvandlare. Då fås en snabb och noggrann reglering utan strypningar, som innebär högre energieffektivitet. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.48).

Frekvensomvandlarens fördelar är steglös varvtalsreglering, vilket sparar energi och gör det lättare att dimensionera utväxlingar eller oftast slopa dem helt och hållet. Andra betydelsefulla fördelar är mjuka starter, kontrollerade inbromsningar och lätt ändring av rotationsriktning.

Vid frekvensomvandlardrift bör motorskydd tas bort eftersom frekvensomvandlaren har egna skydd integrerat i sig. Andra komponenter som vanligtvis används vid motordrift men som inte behövs då motorer körs med frekvensomvandlare är styrkontakter.

Frekvensomvandlaren kan styras från undercentralen med en digital ingång som kan sätta igång och stanna motorn, vilket medför att inga styrkontakter behövs. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.44-46).

Problem som kan uppkomma vid frekvensomvandlardrift är störningar som uppstår då nätspänning likriktas och sedan växel riktas igen. Störningarna är högfrekventa, dess frekvens varierar mellan 150 kHz och 20 MHz. Detta kan störa andra när placerade apparaters funktion, eller leda störningarna vidare via anslutningskablar. Störningarna kan även påverka givare och styr- och regleranordningars funktion. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.177-178).

För att minimera störningarna finns ett EMC direktiv som ställer krav på tillverkarna hur mycket störningar frekvensomvandlarna får skicka ut och hur mycket störningar de skall kunna motstå. Detta krav bör uppfyllas för att tillverkaren skall få CE-märkning på sina produkter.

Förkortningen EMC kommer från engelskans Electromagnetic compatibility och betyder i enkelhet hur mycket elektromagnetiska störningar anläggningen tål och hur mycket störningar den producerar. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.176-177).

För att dämpa störningarna har tillverkaren ofta klara anvisningar i handboken om hurdana förskruvningar och kablar som skall användas, för att hindra störningars spridning till omgivningen. (Erkinheimo, m.fl. 1997, s.176).

5.5.6 EC-motorer

Den relativt nya tekniken för att reglera en motors varvtal är att använda en EC-motor, dvs. *Electronically Commutated* varifrån förkortningen kommer. Denna motor har blivit populär främst som fläktmotor eftersom dess varvtal kan regleras från 0-100 % med bibehållen hög verkningsgrad och högt moment. (Härkönen, m.fl. 2012, s.131).

Funktionsprincipen för en elektroniskt kommuterad motor är att inga kolborstar används, utan kommuteringen sker elektroniskt med hjälp av en inbyggd kontroller. För att styrenheten skall veta i vilket läge rotorn är i förhållande till statorn, finns inbyggda hallgivare för att mäta magnetfälten i motorn. Detta krävs eftersom motorns kontroller använder hallgivarnas information för att skicka ström till rätt lindning i rätt tillfälle, för att få motorn att rotera. (Härkönen, m.fl. 2012, s.128).

Den inbyggda styrenheten klarar själv att reglera effekter och därför behövs inga yttre apparater eller komponenter för effektregering. Rotationshastigheten bestäms enligt hur mycket ström kontrollern tillåter i statorns lindningar, vilket vanligtvis regleras med 0-10 VDC spänningsmeddelande. Detta gör det möjligt att styra hastigheten på motorn rakt från styr- och reglercentralen, från en analog utgångspunkt. (Härkönen, m.fl. 2012, s.128-132).

5.6 Styrning och övervakning med Fidelix

Med ett Fidelix automationssystem är möjligheterna mycket breda med vad som kan styras och övervakas i byggnaden. Eftersom systemet är fritt programmerbart är det möjligt att anpassa funktioner för en specifik byggnad. Då automationssystemet installeras lönar det sig att utnyttja systemets programmerbara funktioner så långt som möjligt, eftersom det är ett förmånligt sätt att spara energi på.

Stora energibesparingar kan även göras då byggnader automatiseras med beaktande av när det finns verksamhet. Detta kan utnyttjas bland annat i företags- och skolbyggnader där energi kan sparas t.ex. utanför skol- och arbetstider. Automatiken kan då minska på ventilationen, sänka värmen och aktivera sådana funktioner som exempelvis släcker belysningen som någon kan ha lämnat på. (Härkönen, m.fl. 2012, s.236.).

5.6.1 Byggnadens ventilation, uppvärmning och kylning

En stor andel av byggnadens energi går åt till att byta ut byggnadens luft, hålla byggnaden varm och eventuellt till att kyla byggnaden på sommaren. Eftersom energi är dyrbart i dagens läge, lönar det sig att driva dessa tre processer så sparsamt som möjligt. Fidelix byggnadsautomationssystem lämpar sig utmärkt till detta eftersom det ständigt reglerar processer enligt omständigheterna så att kraven uppfylls, utan att slösa energi.

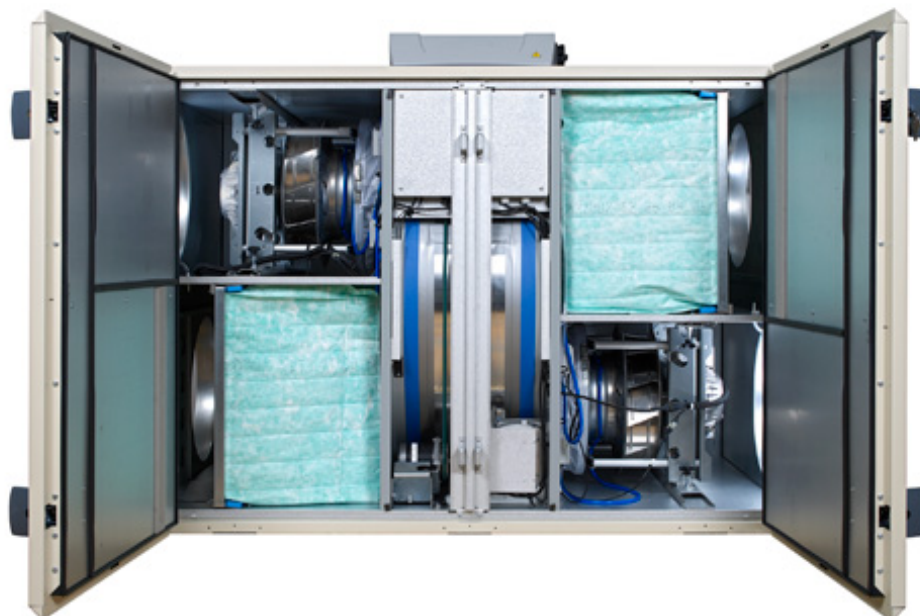
5.6.1.1 Ventilation

Byggnaders ventilation sköts i dagens läge med tilluftsfläktar och frånluftsfläktar. Tilluftsfläkten förser byggnaden med frisk luft utifrån och frånluftsfläkten för ut luft ur byggnaden.

För att luften i byggnaden skall bytas ut tillräckligt ofta räknar man med att totala luftvolymen i byggnaden skall bytas ut varannan timme. Frånluftsfläkten för ut förorenad luft ur byggnaden som är till skada för själva byggnaden och har en negativ påverkan på personer som vistas i byggnaden. Den förorenade luften består delvis av fukt som uppkommer av bl.a. vattenanvändning, bastubadning, matlagning, torkning av byke och människans utandning och svettning. Förs inte fukten ut tillräckligt effektivt kan den tränga sig in i byggnadens konstruktioner och material, vilket kan förorsaka mögel- och mikrobväxtlighet. (Laitinen 2010, s. 38)

Andra orenligheter som bör föras ut ur byggnaden med hjälp av ventilation är koldioxid som produceras då människan andas och kemikalier som utsöndras från byggnads- och inredningsmaterial. (Laitinen 2010, s. 38)

Radongas som tränger in i byggnaden från marken förs också ut med ventilationen. Radongasen är en radioaktiv ädelgas som är en biprodukt som uppkommer då uranmalmer nedbryts i marken. Gasen är skadlig för människan och tillåts i gränsade mängder inne i byggnader, eftersom stora mängder ökar risken till bl.a. lungcancer. (Laitinen 2010, s. 38).



Figur 14. Swegon luftbehandlingsaggregat (Swegon 2012)

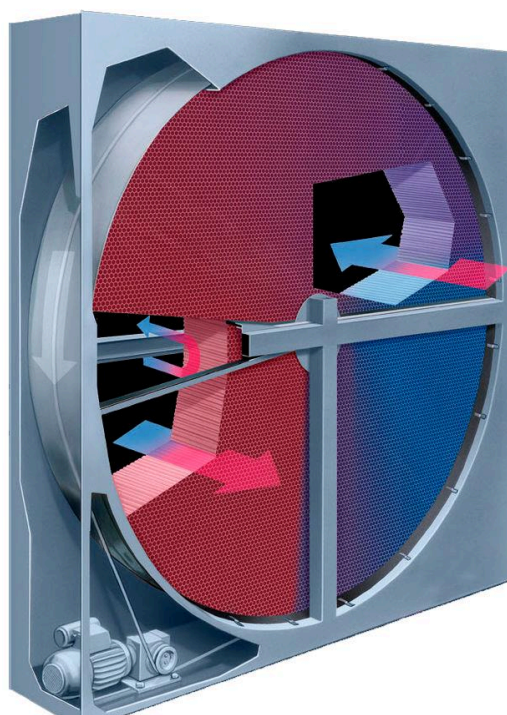
5.6.1.2 Värmeåtervinning

Då ventilationssystemet för ut förorenad luft, för den även med sig dyrbar värmeenergi från byggnaden. Det finns olika lösningar för att ta vara på värmeenergi ur frånluftssidan och överföra denna energi till tilluftssidan.

Den enklaste lösningen för att återvinna värme är att tillföra frånluft till tilluftssidan med ett reglerbart spjäll. Detta överför en hel del värme, men betyder också att en stor del förorenad luft kommer att blandas med den friska luften som är på väg in i byggnaden. Detta är inte önskat i dagens läge och därför används andra tekniker för värmeåtervinning.

Roterande värmeväxlare

En roterande värmeväxlare består av ett roterande hjul tillverkat av vågformig plåt. Den vågformiga plåten bildar små hål som möjliggör att luft kan strömma igenom hjulet. (se figur 15). (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:54).



Figur 15. Roterande värmeväxlare. (Archiexpo 2013)

Funktionsprincipen grundar sig på att hjulet roterar runt sin axel mellan från- och tilluftskanalen. Då hjulets yta passerar frånluftssidan värms ytan upp, som sedan roterar till tilluftssidan för att avge värmen. Temperaturverkningsgraden för denna typs värmeväxlare har mätts till 85% i laborieförhållanden. Värmeväxlaren drivs av en elmotor med remdrift, som roterar hjulet med ca. 20 varv/min under den kallaste perioden. Varvtalet justeras av styr- och reglercentralen, dels för att kunna reglera på värmen och dels för att försäkra funktionen under kalla årstider. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:54).

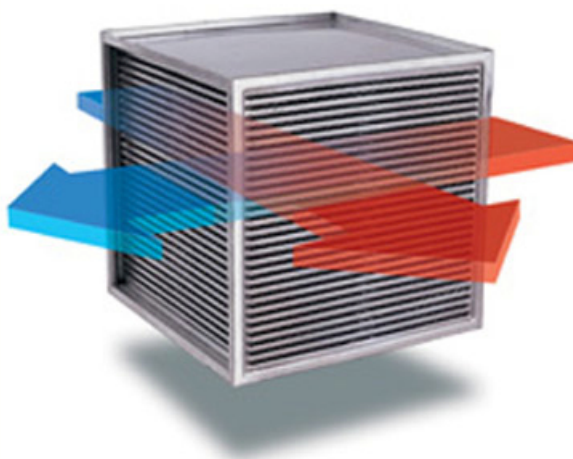
Då det är mycket kallt ute finns det risk för att frånluftens fukt kondenseras och bildar is i flänsarna på hjulet. Detta kan hindras genom att ha en tryckskillnadsmätning på var sida om värmeväxlaren. Ifall tryckskillnaden blir för stor kommer undercentralen automatiskt att sänka rotationshastigheten, så att hjulet hinner värmas upp och upprätthåller så fritt flöde som möjligt. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:54–2:55).

Fördelarna med roterande värmeväxlare är dess höga verkningsgrad med litet tryckfall och möjligheten till att återvinna kyla sommartid. Nackdelarna är däremot att värmeväxlaren kan blanda en liten del partiklar och avfallsluft med i tilluften. Nackdelen med rörliga delar är alltid att de kan leda till mekaniska fel eller att slitagedelar bör bytas ut. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:56).

Plattvärmväxlare

Värmväxlaren är tillverkad av lameller som ligger intill varandra. Lamellerna är avskilda från varandra med en luftspringa som tillåter luften att strömma igenom. Varannan luftspringa leder frånluften ut och varannan släpper tilluften igenom. På detta sätt överförs värme som förs ut ur byggnaden till friska luften, som är på väg in i byggnaden.

Temperaturverkningsgraden som uppnås med denna lösning är kring 50 - 60 %, vilket betyder att den roterande värmväxlaren är effektivare då man jämför dem. Fördelen däremot med plattvärmväxlaren är att den håller tilluft och frånluft helt skilt från varandra och att det inte finns slitagedelar som bör bytas ut. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:56–2:57).



Figur 16. Plattvärmväxlare. (Fantronix 2013)

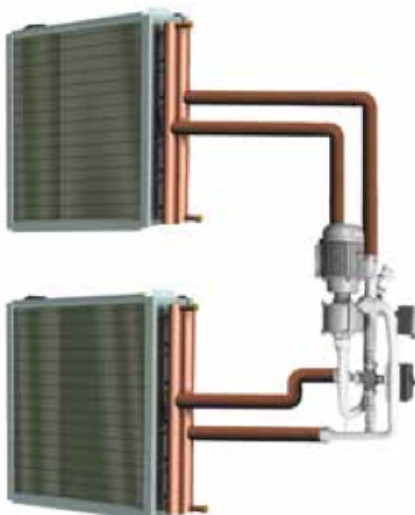
Nackdelen med värmväxlaren är också här att frånluftens fukt kan kondenseras och frysa till is, redan vid $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lösningen till detta problem är även här en tryckskillnadsmätning före och efter värmväxlaren. Då en viss tryckskillnad uppnås kan automationssystemet antingen öppna ett spjäll och styra tilluften förbi värmväxlaren, eller så kan tilluftsfläkten stannas tills isen har tinat upp. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:56–2:57).

Vätskekopplad värmväxlare

Då värmeåtervinningen sköts med en så kallad vätskekopplad värmväxlare består ett komplett system av två stycken värmebatterier, en pump och oftast en tre- vägsventil. Det ena värmebatteriet är placerat i frånluftskanalen och det andra i tilluftskanalen.

Värmebatterierna är förenade med rör till varandra och har en pump som cirkulerar vätska mellan dem. Värmen tas ur frånluftssidans luft med batteriet och överförs med hjälp av

vätskan till det andra batteriet på tilluftssidan. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:57–2:58).



Figur 17. Vätskekopplad värmeväxlare (Fläktwoods, lämnönsiirtimet 2013)

Vätskan som cirkuleras i systemet är en vatten - glykol blandning som används för att få lägre fryspunkt på vattnet. Temperaturverkningsgraden är ca 50 %, vilken är den lägsta bland de tre återvinningsmetoder som tagits upp. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:57–2:58).

Vätskan som är frysskyddad och cirkulerar i värmebatterien hindrar ändå inte att det kan bildas frost i flänsarna på frånlufts-batteriet då det bildas kondens av värmeskillnaden. Frostbildningen kontrolleras också här med en tryckskillnadsmätning på var sida om batteriet och då tryckskillnaden blir för stor är det sannolikt att flänsarna är täppta av frost. Då kan undercentralen antingen stänga av cirkulationspumpen tills tryckskillnaden går under ett inställt värde, eller så kan automationssystemet reglera en ventil. Då metoden med ventilen används läggs en tre- vägs motorventil på vätskeröret och kopplas så att vätskan kan köras förbi tillufts-batteriet. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:58).

Till skillnad från de andra värmeväxlarna är fördelen med denna lösning att tilluft och frånluftsbehandlarna inte behöver vara placerade på eller bredvid varandra. Detta är möjligt eftersom vätskerören mellan batterierna i princip kan vara hur långa som helst. Andra fördelar är att från och tilluft inte blandas med varandra och att den återvunna värmen kan användas till vilken anläggning som helst. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:58).

De negativa med detta system är att det har en låg temperaturverkningsgrad och högt tryckfall som gör att fläkten måste gå på ett högre varvtal jämfört med andra värmeväxlare. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:58).

5.6.1.3 Värmesystem i luftbehandlingsanläggningar

Ventilationsanläggningar har i regel ett värmebatteri på tilluftssidan för att värma den inkommande luften, där det kan vara dimensionerat på olika sätt beroende på vad målet med uppvärmningen är. Oftast är värmebatteriet ett s.k. vattenburet lamellbatteri men i vissa fall kan även elvärmebatteri användas. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:49).



Figur18. Vattenburet värmebatteri (Fläktwoods, lämmönsiirtimet 2013)

Luftvärmebatteriet kan vara dimensionerat för att värma utrymmen, hela byggnaden eller enbart värma luften så den känns behaglig då den blåses in i utrymmen och på detta sätt minskas känslan av drag (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:59). För att minimera känslan av drag räknas det att luften som tillförs till utrymmet inte får vara mer än 8 °C kallare än utrymmets lufttemperatur (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 1:22).

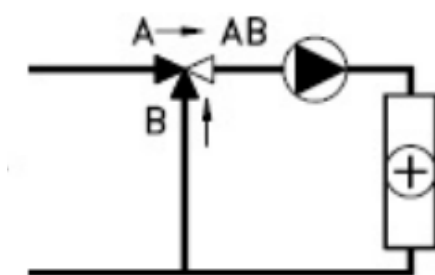
En vanlig temperatur inomhus är ca 20 °C, vilket skulle betyda att värmebatteriet skall klara av att värma kall uteluft till 12 °C för att minska känslan av drag. Då kan batteriet vara dimensionerat så att värmeåtervinningens värmeeffekt har beaktats, eller att värmebatteriet klarar av att värma luften även då det inte finns värmeåtervinning, eller då den är ur funktion av någon anledning. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:49).

Effektreglering av ett vattenburet värmebatteri

För att kunna hålla en önskad temperatur på tilluften efter värmebatteriet måste det gå att ändra effekten på värmebatteriet som finns i ventilationsanläggningen. Detta kan antingen göras med att ändra på vätskeflödet eller genom att ändra temperaturen på vätskan som cirkulerar i batteriet. (Korkkala & Laksola 2009, s.84-85).

Temperaturreglering

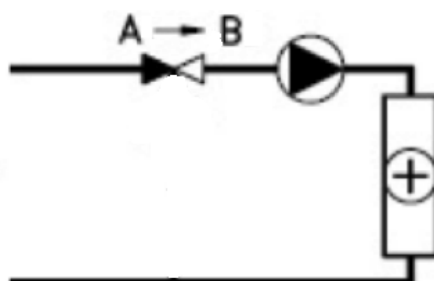
Med en temperaturreglering fås ett konstant flöde och en önskad framledningstemperatur till värmebatteriet. Regleringen sker med en tre-vägsventil som blandar värmebatteriets avkylda returvatten med hett vatten från värmecentralen. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:50). Figur 19 nedanför förklarar denna reglering där värmecentralens vatten kommer in i ventilens A-del och batteriets returvatten kommer till B. Ventilen styrs av automationssystemet så att vätskorna i A och B blandas och ger ut en önskad temperatur vatten i ventilens AB del. Det finns oftast en pump i värmecentralen som får varmvattnet att flöda men på grund av frysrisk sätts ännu en pump nära värmebatteriet för att försäkra ett konstant vätskeflöde (Korkkala & Laksola 2009, s.85).



Figur 19. Temperaturreglering med trevägsventil (Danfoss 2013)

Flödesreglering

Värmebatteriets värmeeffekt kan också regleras genom att justera vätskeflödet med en tvåvägs motorventil vars koppling visas i figur 20. Andra alternativet är att köra pumparna med frekvensomvandlare. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:50).



Figur 20. Flödesreglering med motorventil (Danfoss 2013)

5.6.1.4 Kylsystem i luftbehandlingsanläggningar

Ventilationsanläggningar kan också kyla utrymmen och då läggs ett kylbatteri på tilluftssidan. Kylbatteriets uppbyggnad är i princip samma som värmebatteriets, men istället för att varmt vatten cirkulerar det kylvatten i batteriet. Kylvattnet är mellan 5 °C och 8 °C och kyls antingen av en separat kylmaskin eller så kan en så kallad frikyla användas (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 3:16). Med frikyla menas att jordvärmeborrhålet används sommartid för att hämta upp kyla, tillföra byggnadens värme i vätskan och sedan cirkulera denna tillbaka ner i marken som värms upp en del inför vinterns värmebehov. (Warfvinge & Dahlblom 2010, s. 2:50).

Kyleffekten regleras enligt flödet och justeras med en tvåvägs motorventil enligt samma koppling som i figur 20. Eftersom det bildas mycket kondensvatten på ytan av det kalla batteriet behövs vattenuppsamlingstråg under batteriet för att samla upp vattnet, som sedan leds bort med vätskerör till fastighetens avloppssystem. (Korkkala & Laksola 2009, s.93).

5.6.2 Belysning

Fastighetens belysning kan enkelt styras med ett Fidelix automationssystem. Själva armaturerna styrs av en digital utgång antingen rakt från modulkortets relä, eller via en kontaktor. För att använda energin sparsamt bör belysningen användas endast då den behövs. Utrymmens belysning kan styras med rörelsesensorer som slår på belysningen då en person kommer in i utrymmet, och släcker den då ingen rört sig i utrymmet under en inställd tid. (Härkönen, m.fl. 2012, s.237).

Belysning har styrts med skymningsrelä en längre tid och detta används mycket fortfarande, men det modernare alternativet är att mäta ljusintensiteten med en givare. Givarens mätvärden kan då användas till olika funktioner i automationssystemet. Mäts ljusintensiteten utomhus kan gårdsbelysningens olika belysningsgrupper slås på och släckas vid egna inställda lux- värden. Ifall ljusintensiteten mäts i ett utrymme kan givarens information användas för att förhindra att solens strålningsvärme kommer in i byggnaden med motoriserade markiser eller persienner, men ändå ta belysningsbehovet i beaktande och släppa in en del ljus utifrån. (Härkönen, m.fl. 2012, s.237).

All belysning som är kopplad till automationssystemet kan programmeras så att då ett inbrottsalarm aktiveras, slås all belysning på för att väcka uppmärksamhet och nyfikenhet, men framför allt försöka skrämma bort inbrottstjuvar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.234).

5.6.3 Tidsprogram

För att styra fastighetens teknik på ett simpelt och effektivt sätt kan tidsprogram användas. Fidelix har en årskalender där användaren kan välja en specifik dag och ett visst klockslag då en apparat eller anläggning skall sättas igång eller stannas. Det finns givetvis möjlighet till att ställa in tidsprogrammet så det startas en viss veckodag och ett visst klockslag under hela året. (Härkönen, m.fl. 2012, s.226).

Med tidsprogram kan stora energibesparingar uppnås samtidigt som man försäkrar att en elektrisk anläggning inte är igång vid fel tidpunkt. Säkerheten för en byggnad kan även enkelt förbättras med utnyttjandet av automationssystemet genom att styra elektriska dörrlås med tidsprogram. (Härkönen, m.fl. 2012, s.226-227).

Det är vanligt att styra belysning, bastuugnar och mindre ventilationsanläggningar med tidsprogram. En ventilationsanläggning kan ha olika fläkthastigheter med egna tidsprogram som körs under dagen. På detta sätt kan man försäkra ett tillräckligt luftutbyte t.ex. under arbetsdagen, men då arbetsdagen är slut och företagsbyggnaden är tom, räcker den lägsta fläkthastigheten. Detta är ett bra exempel på hur energi kan sparas på ett mycket simpelt sätt då automationssystemets inbyggda funktioner används och anläggningars funktion är genomtänkta. (Härkönen, m.fl. 2012, s.226-227).

5.6.4 Alarm

Då ett fel uppstår i byggnaden eller i automationssystemet är det viktigt att meddela detta till rätt personer så fort som möjligt. De alarmeringsmetoder som Fidelix använder är alarmmeddelande via epost och textmeddelande. Alarmen ses även i processgrafiken på centralenheten, kontrollrummets dator och ifall centralenheten är uppkopplad till internet, syns alarmen även där. (Härkönen, m.fl. 2012, s.224-225).

Då alarmfunktionerna planeras är det viktigt att olika alarmgrupper skapas och prioriteras enligt hur brådskande det är att få rätta personer på plats för att få felet löst. Ofta skapas kategorier såsom brand, inbrott, hiss och byggnadstekniska alarm. Då alarmet har den

högsta prioriteten är det frågan om ett brådskande alarm där t.ex. en fastighetsskötare bör komma omedelbart på plats. (Härkönen, m.fl. 2012, s.224-225).

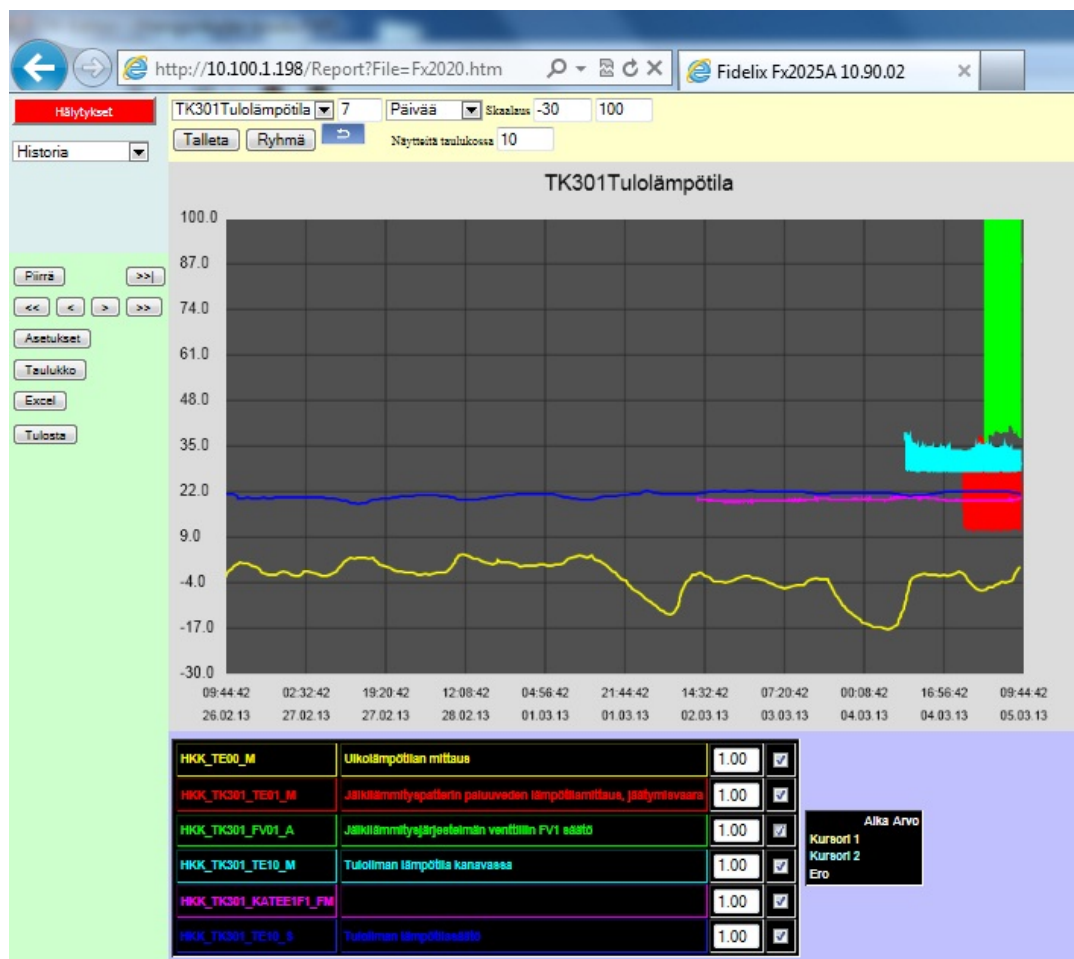
Ett brådskande alarm kan exempelvis vara att ventilationsmaskinens värmebatteri håller på att frysa, eller någon cirkulationspump i värmesystemet har stannat eller inte producerar tillräckligt med vätskeflöde. Mindre brådskande alarm kan vara underhållsalarm som inte alltid måste kalla någon på plats via textmeddelande, utan alarmet syns endast i processanvändargränssnittet. Sådana alarm kan ges t.ex. då filtret i ventilationsmaskinen börjar vara smutsigt och bör bytas ut. (Härkönen, m.fl. 2012, s.224-225).

Andra typiska alarm som används är inställda övre och undre gränser på mätvärden, vattenläckage och konfliktsalarm. Ett konfliktsalarm är då en lägesinformation inte stämmer överens med styrprogrammet. Som exempel kan man ta en kontaktor med en hjälpkontakt som används för att få lägesinformation om kontaktorn är i öppet eller slutet läge. Ifall styrprogrammet anger att kontaktorn är i öppet läge, medan lägesinformationen indikerar att kontaktorn är sluten, är det sannolikt att kontaktorns kontakter har svetsat fast eller något annat fel har uppstått och i detta fall skickas ett alarm. (Härkönen, m.fl. 2012, s.224-225).

Alla alarm bör tas på allvar och åtgärder bör göras så fort som möjligt, även då det är frågan om underhållsalarm. Ett alarm är ett tecken på ett fel som inte alltid påverkar på automationens funktion, men redan ett smutsigt filter i ventilationsmaskinen höjer på energiförbrukningen. (Härkönen, m.fl. 2012, s.225).

5.6.5 Trendfunktioner

För att kunna granska hur automationssystemet har arbetat under en viss tid kan en så kallad trendfunktion aktiveras. Detta kan göras för ett visst mätvärde eller signal som användaren sedan kan följa med i form av en graf. Tidsaxeln för grafen kan ändras beroende på vilket tidsintervall användaren är intresserad av. (Härkönen, m.fl. 2012, s.113).



Figur 21. En trend över tiluftstemperaturen i TK301.

Denna funktion används mycket av entreprenören för att optimera någon process eller för att reda ut något fel. Genom att jämföra mät- och ställvärden från tidigare år vid samma väderförhållanden kan också fel upptäckas. (Härkönen, m.fl. 2012, s.52).

5.6.6 Uppföljning av energi- och vattenförbrukning

För större fastigheter har det blivit allt viktigare att följa med hur mycket elektricitet och vatten som förbrukas. Den enkla lösningen är att mäta förbrukningen på de inkommande matningarna till fastigheten som t.ex. är matarkabeln för elektriciteten, fjärrvärmematningen och inkommande bruksvattenledningen. Då fås byggnadens totala förbrukningar i alla de delar som förbrukningen mäts på. (Härkönen, m.fl. 2012, s.240).

Det blir allt vanligare att dela upp förbrukningarna i mindre grupper, där man t.ex. kan dela upp elförbrukningen i följande grupper:

- Belysning
- VVS
- Fastighetselektricitet
- IT uttag

Genom att mäta elförbrukningen på mindre grupper blir det enklare att urskilja vart energin går och detta kan även hjälpa till vid investeringsbeslut om ytterligare förbättringar av energieffektiviteten. (Härkönen, m.fl. 2012, s.240).

Fastighetens kall- och varmvatten kan mätas skilt för att kunna följa med förbrukningen av dessa (Härkönen, m.fl. 2012, s.240). Här kan också vattenförbrukningsmätarens mätvärden användas för att programmera ett alarm som aktiveras då vattenförbrukningen överstiger ett visst värde mellan inställda tidpunkter, för att förhindra större vattenläckagen i byggnaden. Denna funktion kan t.ex. användas under tider som ingen förbrukar stora mängder vatten, eller då ingen vistas i byggnaden. Ifall inställda vattenförbrukningen överskrider under tider detta skydd är aktiverat, kan en motorventil stänga av inkommande vattenledningen och skicka ut alarm till fastighetsskötarna. (Härkönen, m.fl. 2012, s.244).

5.6.7 Uppföljning av drifttider

Automationssystemet innehåller funktioner som underlättar underhåll och fastighetsskötarens arbete. En funktion som ofta utnyttjas för lite i byggnadsautomation är en funktion som räknar drifttider för apparater och anläggningar. Denna funktion kan bland annat användas till förebyggande underhåll. Då serviceintervallet är känt för en anläggning, kan drifttidsräknaren programmeras så att då anläggningen har gått ett visst antal timmar, kommer ett servicealarm att skickas till fastighetsskötaren. (Härkönen, m.fl. 2012, s.235).

Funktionen kan visa drifttimmarna i en graf där fastighetsskötaren enkelt kan följa med en specifik anläggnings drifttider. Grafen kan också ge fastighetsskötaren ledtrådar om anläggningens skick. Ifall t.ex. drifttimmarna för en apparat har ökat kraftigt under den senaste månaden fast förhållandena har varit de samma, kan det misstänkas att någonting är fel eller att anläggningen håller på att gå sönder. (Härkönen, m.fl. 2012, s.235).

6 Genomförandet av ett fastighetsautomationssystem till en byggnad

Detta kapitel kommer i korthet att beskriva hur ett byggnadsautomationsprojekt genomförs i korthet med tyngdpunkt på automationsprojektledarens arbetsuppgifter. Kapitlet behandlar de viktigaste skedena under projektet.

Figur 22 på sida 32 är ett flödesdiagram som beskriver de viktigaste skedena för genomförandet av ett automationsprojekt. De blåa rektanglarna i mitten är skeden som automationsprojektledaren är delaktig i. De turkosa och röda rektanglarna med rundade hörn på sidorna är det som sätts in eller fås ut ur processen, beroende på pilarnas riktning.



Figur 22. Flödesdiagram för ett typiskt automationsprojekt.

De första stegen in i automationsprojektet

Det första steget är att kunden skickar en offertförfrågan till företaget där det framgår vilka mål som bör uppnås med investeringen, vad som hör till automationsentreprenaden samt vilka andra krav kunden har. Som bilaga till offertförfrågan har kunden oftast en funktionsbeskrivning för automationen, styrscheman, elritningar och annan behövlig dokumentation som anläggnings- och ventilkataloger vilka beräkningarna görs på. (Härkönen, m.fl. 2012, s.178).

Då företaget mottagit offertförfrågan är det oftast automationsprojektledaren som sköter om offertberäkningen för projektet. Ur styrschemat och bifogade kataloger beräknas mindre komponenter som ventiler, givare och pumpar. Annan dokumentation kan berätta om kraven som bör uppfyllas, och utav denna information kan t.ex. ventilationsmaskiner, frekvensomvandlare och värmebatterier dimensioneras rätt. Styrschemat kan användas för att få ett riktgivande antal för undercentralens modulpunkter. (Härkönen, m.fl. 2012, s.171-173).

Ur planritningar fås information om kablar och deras rutter som hjälper offertberäknaren att uppskatta åtgången på kabel och kabelhyllor. Beräkningarna baserar sig dock inte enbart på materiella kostnader, utan här bör även beaktas arbetstimmar som kommer att gå åt till projektet inklusive andra utgifter som t.ex. kilometerersättning. (Härkönen, m.fl. 2012, s.35).

Då automationsprojektledaren har beräknat offerten kommer denna att skickas till kunden. Godkänner kunden offerten börjar det egentliga projektet med ett möte. Mötet hålls mellan kunden och projektledaren, men även andra delaktiga parter som föreståndare för underleverantörer, planerare och fastighetens ägare brukar vara med på tillfället. På mötet går projektet grundligt igenom och frågor angående kontraktet behandlas, som sedan skrivs under. (Härkönen, m.fl. 2012, s.35, 201).

Planeringsskedet

Då kontraktet är underskrivet hålls ett möte inom företaget där planeringsskedet börjar med att projektet delas in i olika arbetsskeden och behovet av arbetskraft fastställs. Ifall företaget har bestämt sig för att använda underleverantörer i något arbetsskede skickas en offertförfrågan till dessa senast i detta skede. (Härkönen, m.fl. 2012, s.36-37).

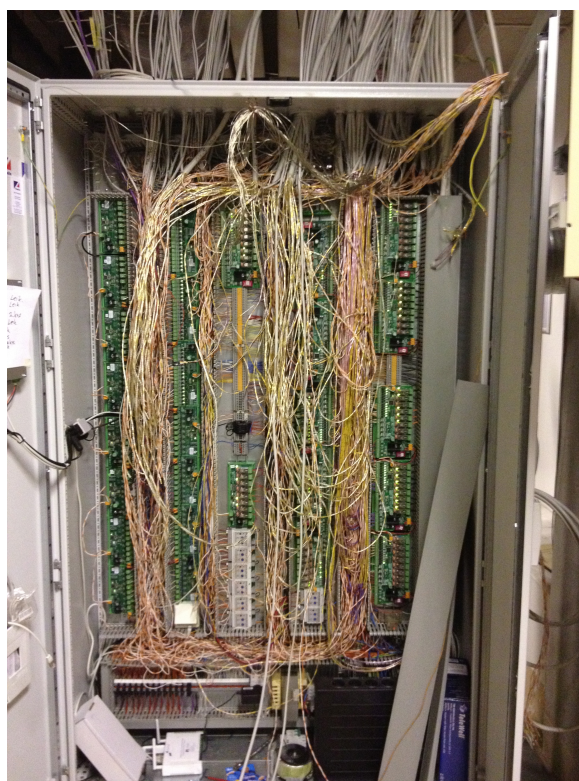
Till de olika arbetsskedena görs ett tidsschema som underlättar bland annat projektledarens arbete med att veta hur projektet skrider samt hjälper till att planera arbetskraft och material på plats till rätt tidpunkt. (Härkönen, m.fl. 2012, s.36-37).

Leveranstiderna för undercentraler varierar från några veckor till några månader, vilket gör det viktigt att denna beställs i så tidigt skede som möjligt. I praktiken börjar ritningen av undercentralens processgrafer redan i detta skede, för att kunna fastställa hur många modulpunkter som behövs. När antalet analoga och digitala I/O punkter är kända, kan mängden modulkort bestämmas och storleken på styr- och reglercentralen fastställas. Då planerandet och ritandet är färdigt kan hela undercentralen, installationsmaterial och andra komponenter och anläggningar beställas. (Härkönen, m.fl. 2012, s.37-38).

Installation och programmering

Installationsarbetet på fältet börjar i ett ganska sent skede vid ett nybygge.

Automationsmontörer börjar med att montera upp kabelhyllor för att få kabelrutter mellan fältutrustning, undercentraler och elcentraler. Till deras uppgifter hör sedan kabeldragning samt koppling av fältutrustning och undercentraler. Tillika som elarbetet påbörjas, börjar även vatten och ventilationsarbetet. Deras första uppgifter är att montera upp grundlinjerna för vätske- och ventilationssystemet. Sedan monteras värme- och kylsystem där rörmokarna monterar upp pumpar och ventiler och elmontörerna sköter om elektrifieringen av dessa. (Härkönen, m.fl. 2012, s.36-37).



Figur 23. Fidelix undercentral i kopplingsskede.

Under tiden som installationsarbetet pågår på fältet fungerar automationsprojektledaren som arbetsledare. Samtidigt som projektledaren leder arbetet och fungerar som kontaktperson mellan olika branscher och underleverantörer, brukar han göra programmet till undercentralen. (Härkönen, m.fl. 2012, s.32).

Programmet kan göras helt färdigt och sedan laddas upp, men i praktiken körs det in i undercentralen redan då en process är färdigt programmerad. Detta minimerar riskerna att felanläggningar upprepas i alla program eftersom de kan vara relativt lika speciellt för ventilationsanläggningar som installeras i byggnaden. På detta vis underlättar man en felsökning. Montören kan också t.ex. koppla en givare och gå in i undercentralens processgrafik och kontrollera att mätvärdet stämmer och kommer in på rätt plats i grafiken. (Härkönen, m.fl. 2012, s.39).

Granskningar och dokumentation

Då allting är kopplat och programmen är uppladdade till undercentralen börjar man med att kontrollera att allting är rätt kopplat. Här kan t.ex. givare kontrolleras att rätt mätvärde visas på rätt plats i grafiken och att mätvärdet ändras med förhållandena. Temperatur-, fukt- och koldioxidgivare kan luras genom att blåsa på dem, medan tryckgivares mätvärde kan ändras genom att täppa till dem. Alla punkter i undercentralen kan påverkas på något sätt, för att försäkra att allting är rätt kopplat och att värdet ändras. Efter detta skrivs ett punktprotokoll. (Härkönen, m.fl. 2012, s.39).

Nästa steg är att starta upp alla anläggningar och apparater och ställa in systemets parametrar för värme- och kylsystemet inklusive andra inställningar för automationssystemet. Efter att systemet är inställt har man en egen funktionskontroll där alla fel och brister bör komma fram, eftersom det ofta finns tid kvar att åtgärda dessa. Här kontrolleras att hela automationssystemet fungerar som en helhet och granskar att alla programmerade låsningar fungerar. De allra viktigaste låsningarna i automationssystemet är ventilationsanläggningars nödstopp, frysskydd, brandalarm och brandfara. (Härkönen, m.fl. 2012, s.41).

Då projektledaren konstaterar att systemet fungerar korrekt och inte har några brister, samlas all dokumentation in. Hit hör alla dokument för apparater och anläggningar, mätprotokoll, giltiga ritningar, optimeringsprotokoll och punktkataloger. (Härkönen, m.fl. 2012, s.41-43).

Användarskolning

Användarskolningen är en skolning främst för dem som kommer att använda automationssystemet, dvs. oftast fastighetsskötarna. Projektledaren lär ut hur systemet fungerar och hur det används så effektivt som möjligt. Skolningen behandlar grundsaker som hur alarm kvitteras, hur tidsprogram ändras, användning av trendfunktioner och hur drifttider kontrolleras för apparater och anläggningar. Skolaren berättar också hur automationssystemet fungerar i felsituationer och hur fastighetsskötarna skall agera i olika situationer. Det är mycket viktigt att lägga tillräckligt med tid på skolningen eftersom en stor del av byggnaden sköts av systemet och med kunniga användare åstadkoms en god arbetsmiljö energieffektivt. (Härkönen, m.fl. 2012, s.40).

Överlåtelse

Då det är dags för den egentliga funktionskontrollen kommer beställaren och andra delaktiga parter på plats för att granska att automationssystemet uppfyller kraven och målen för investeringen. Funktionerna går igenom och granskas av beställaren. Hittas några brister fås en viss tid att åtgärda dessa och sedan hålls en ny granskning. Då beställaren godkänner granskningen och inte har någonting att påpeka, överläts all dokumentation och automationssystemet till kunden. (Härkönen, m.fl. 2012, s.42).

Garantiarbete

Redan i kontraktsskedet bestäms det angående garantiarbete för automationssystemet. Till garantiarbete hör på förhand bestämda reparationer, underhåll, felsökning och optimering av systemet. Garantitiden brukar vara två år och egentligen först då tiden gått ut är projektet avslutat. (Härkönen, m.fl. 2012, s.218).

7 Ritningar och dokument för byggnadsautomationssystem

7.1 Byggnadsautomationsbeskrivning

Beskrivningen är delad i två olika delar där den första delen behandlar objektrelaterad information. Här tas upp funktionsmässiga krav och vilka kvalitetskrav som fodras angående installation och själva automationssystemet. Den andra delen innehåller systemrelaterad information som:

- Automationssystemets uppbyggnad och målen med investeringen.
- Vad som kommer att styras och övervakas.
- Teknisk information som mätprecision, systemets utvidgningsmöjligheter och möjligheter till integration med andra tillverkares produkter.
- Krav för planering och dokumentation.
- Krav för installationer och deras märkningar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.179).

7.2 Systemschema

Systemscemat är egentligen en överblick över byggnadens centraler och andra komponenter som är kopplade till automationssystemet. Schemat innehåller bland annat följande:

- El- och undercentralers placering i byggnaden.
- Övervakningscentralers placering.
- Reservströmsanläggningars placering och strömmatning som t.ex. dieselgeneratorer och UPS- anläggningar.
- Datanätverkets uppbyggnad och kommunikationssätt mellan anläggningar. (Härkönen, m.fl. 2012, s.180).

7.3 Planritning

Planritningar görs för alla våningar i byggnaden och visar placeringen på alla de komponenter som är förknippade med automationssystemet. Här visas bland annat givare, kabelrutter och elcentraler. (Härkönen, m.fl. 2012, s.183).

7.4 Styrschema

Styrscemat är en ritning på en process och beskriver dess funktion i korthet. De styrsceman som används i dagens läge är s.k. DCC-styrsceman. Förkortningen DCC kommer från engelskans Direct Digital Control (Härkönen, m.fl. 2012, s.272). Detta styrschema visar till hurdan typs modulpunkt alla komponenter och apparater i processen

är kopplade till. De olika punkttyperna som finns presenterade med egna markerade fält på ett DDC-styrschema är alarm-, driftläges-, mät- och styrpunkter. Ett markerat fält för andra anordningar som är placerade i undercentralen kan också finnas på schemat. Hit kan bland annat höra frysskydd och i vissa fall även frekvensomvandlare. Schemat beskriver också om det är frågan om fysiska eller fiktiva punkter. Fysiska punkterna är svärtade medan fiktiva punkterna är osvärtade. (Härkönen, m.fl. 2012, s.180).

Gruppcentralen som processen är kopplad till visas i ett eget fält på styrschemat. Fältet innehåller alla komponenter som finns i gruppcentralen och som på något vis är förknippade med automationssystemet. Vanligtvis hör alla kontaktorer och största delen av manöverbrytare till detta fält. Alla komponenter har tydligt utritade sträck vad de styr, och vilka typers modulpunkter de är kopplade till. (Härkönen, m.fl. 2012, s.180).

Då styrschemat planeras används standardiserade ritsymboler som ingår i standarderna SFS-ISO 14617-5 och SFS-ISO 14617-6. Beteckningar på givare, ställdon och apparater är också standardiserade och numreringen bör ske så att endast en nummer används på en bestämd plats på alla styrscheman som planeras för byggnaden. Detta underlättar bland annat felsökning då nummern berättar t.ex. en givares fysiska plats och vad den mäter på en ventilationsmaskin. (Härkönen, m.fl. 2012, s.180).

7.5 Funktionsbeskrivning

Det som inte kan förklaras med rittecken och ritsträck i styrschemat förklaras med ord i funktionsbeskrivningen. Beskrivningen hör alltså ihop med styrschemat och beskriver endast funktionen för en viss process eller anläggning. Funktionsbeskrivningen behandlar bland annat följande: (Härkönen, m.fl. 2012, s.181).

- Anläggningens funktion: När och hur anläggningen börjar gå och hur den kan påverkas då den körs i automatiskt läge.
- Automationssystemets styrning och låsningar: Här tas upp hur anläggningen styrs av automationssystemet, vilka låsningar som krävs och hur de skall förverkligas.
- Reglerfunktioner: Berättar hur systemet skall regleras och vilka mätvärden som påverkar en viss anläggnings funktion.

- Säkerhetsfunktioner: Funktioner som skyddar eller förhindrar att något skall hända. Här kan t.ex. tas upp vad som skall ske då alarmgränsen på frysskyddet nås och vad som skall hända då det löser ut
- Ventilationens nödstopp och funktion vid brandalarm: Här tas upp vad som skall hända då ventilationens nödstopp trycks in eller brandcentralen alarmerar. Här framgår även hur ventilationsanläggningen går tillbaka till normalt läge.
- Alarm: Behandlar vad som skall ha alarmfunktioner och vad som skall få alarmeret att lösa ut.

7.6 Punktkatalog

Allting som är kopplat till styr- och reglercentralen bör finnas med i punktkatalogen. Katalogen är oftast uppgjord som en tabell, där det för varje punkt framgår beskrivning, beteckning och typen på den fysiska punkten. Här listas också programfunktioner för varje punkt som inställningsvärden, alarmgränser och alarmfördröjningstider. (Härkönen, m.fl. 2012, s.182).

8 Förverkligande av ett Fidelix automationssystem

För att förverkliga ett Fidelix byggnadsautomationssystem krävs oftast alla de ritningar som togs upp i föregående kapitel, men de allra viktigaste ritningarna som behövs för att komma igång är styrschemat och funktionsbeskrivningen.

De exempel som tas upp i detta kapitel är ur ett verkligt projekt som jag utfört under mina arbetsplatsförlagda studier på Hangö Elektriska. Beställaren tillät dock inte att projektet fick användas i detta examensarbete och därför framgår det inte någon information om projektet.

8.1 PC verktyg

PC-verktygen som ett Fidelix automationssystem skapas med är licenserade och kan därför inte användas av obehöriga. Fidelix har två stycken egna program, ett för ritning av grafiker och ett för konfigurering. Det programmet som själva programmet skrivs i vid namnet OpenPCS är ett kompilatorprogram för kodtext. Detta program fås som demo-version, men denna kan inte användas med Fidelix eftersom ett insticksprogram och licens krävs för att det skall gå att använda för detta ändamål.

8.1.1 HTML-editor

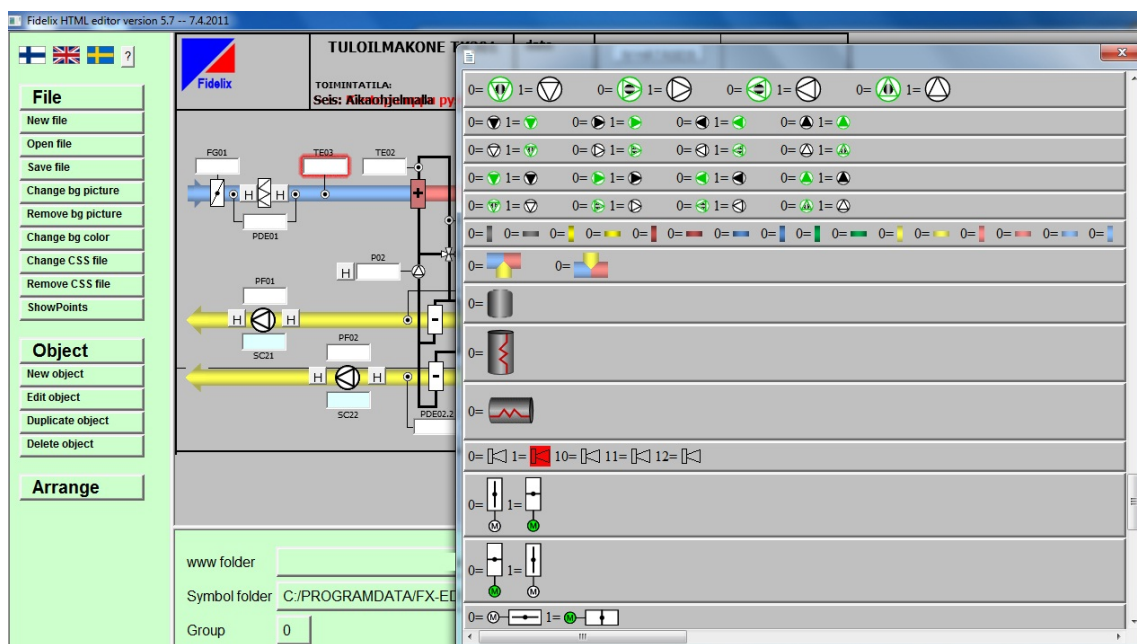
Processgrafiker kan i princip förklaras som ett tvåvägs kommunikationssätt mellan användaren och automationssystemet. Grafiken ger användaren möjlighet att ge order åt automationssystemet och automationssystemet ger kontinuerligt information åt användaren vad som pågår i olika processer genom att presentera animationer samt mät- och ställvärden på de grafiska bilderna.

Ritandet av processgrafiker

Programmet som grafikerna ritas i heter HTML-editor och är ett relativt simpelt och litet program som enbart är till för att rita grafiker för Fidelix automationssystem. Det finns ett symbolbibliotek som innehåller en hel del olika symboler som oftast räcker till för att rita de flesta grafiker, men det är också möjligt att lägga till egna bilder i ritprogrammets bibliotek.

Hela Fidelix projektet börjar med att rita upp grafiken i HTML-editorn där man oftast använder projektets styrschema som en grund för hur grafiken skall se ut. Då ett nytt objekt skapas öppnas ett fönster där man kan välja att infoga knappar, nummerfält, grafer, text, bilder och symboler från biblioteket.

Figur 24 på följande sida visar en del symboler som finns till förfogande i symbolbiblioteket. Då man hittat det objekt man vill ha i grafiken väljer man denna och ifall den bör namnges görs detta.



Figur 24. Menyn för symbolbiblioteket i HTML-editor.

Då det gäller fysiska och fiktiva punkter som kommer att användas i projektet på något vis är det mycket viktigt att namnge dessa med ett punktnamn. Namngivningen av punkter sker oftast enligt en viss modell där man i punktnamnet anger byggnad, undercentral, anläggning, typen på givaren med dess nummer och till sist ett suffix som anger punkttypen. Som ett exempel skulle en punkt i Yrkeshögskolan Novia se ut som följande: YHN_VAK1_TK301_TE03_M.

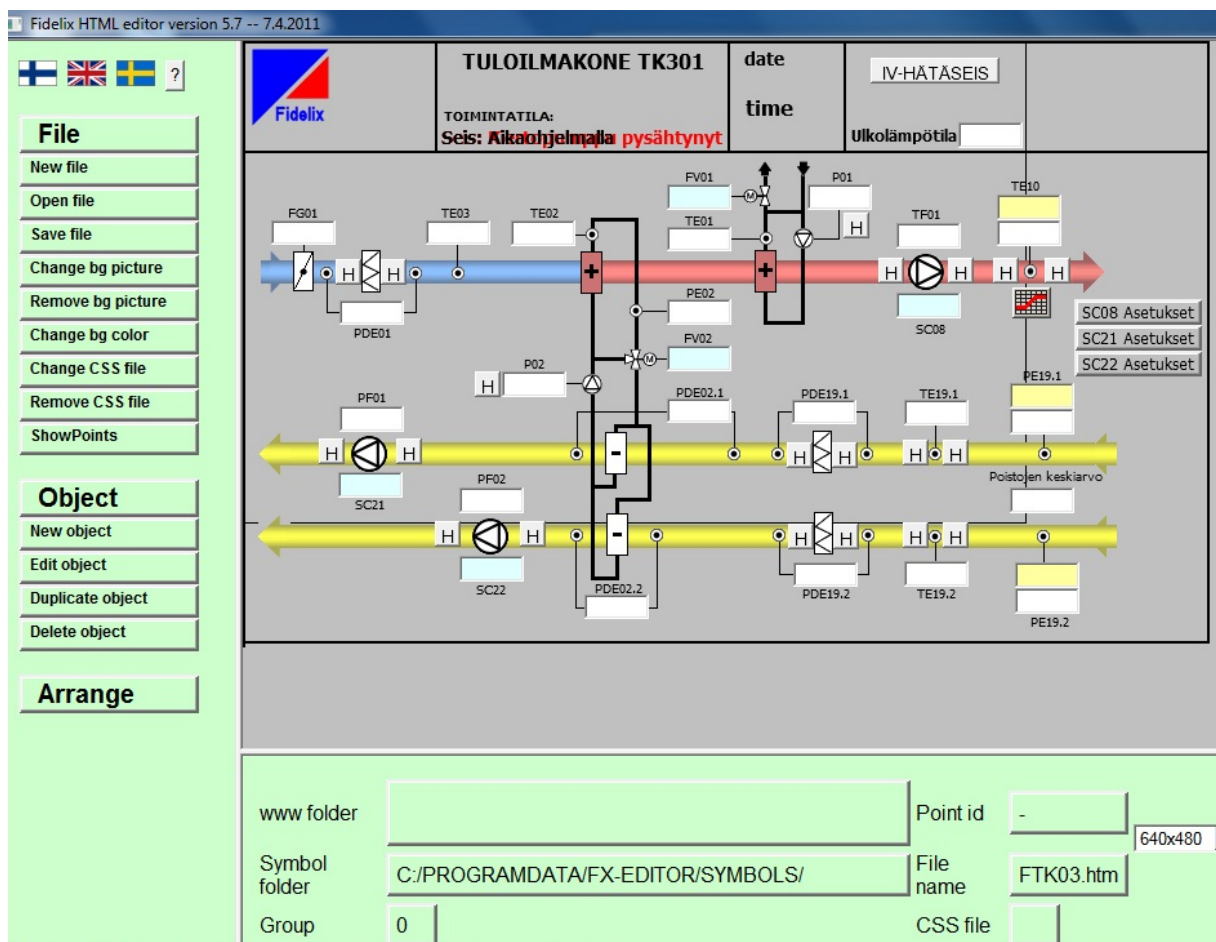
Förkortningarna står för följande: YHN – Yrkeshögskolan Novia

VAK1 – Styr- och reglercentral nummer 1

TK301 – *Tulokoje301* betydande tilluftmaskin 301

TE03 – Temperaturgivare TE03

M – Ett suffix för mätning



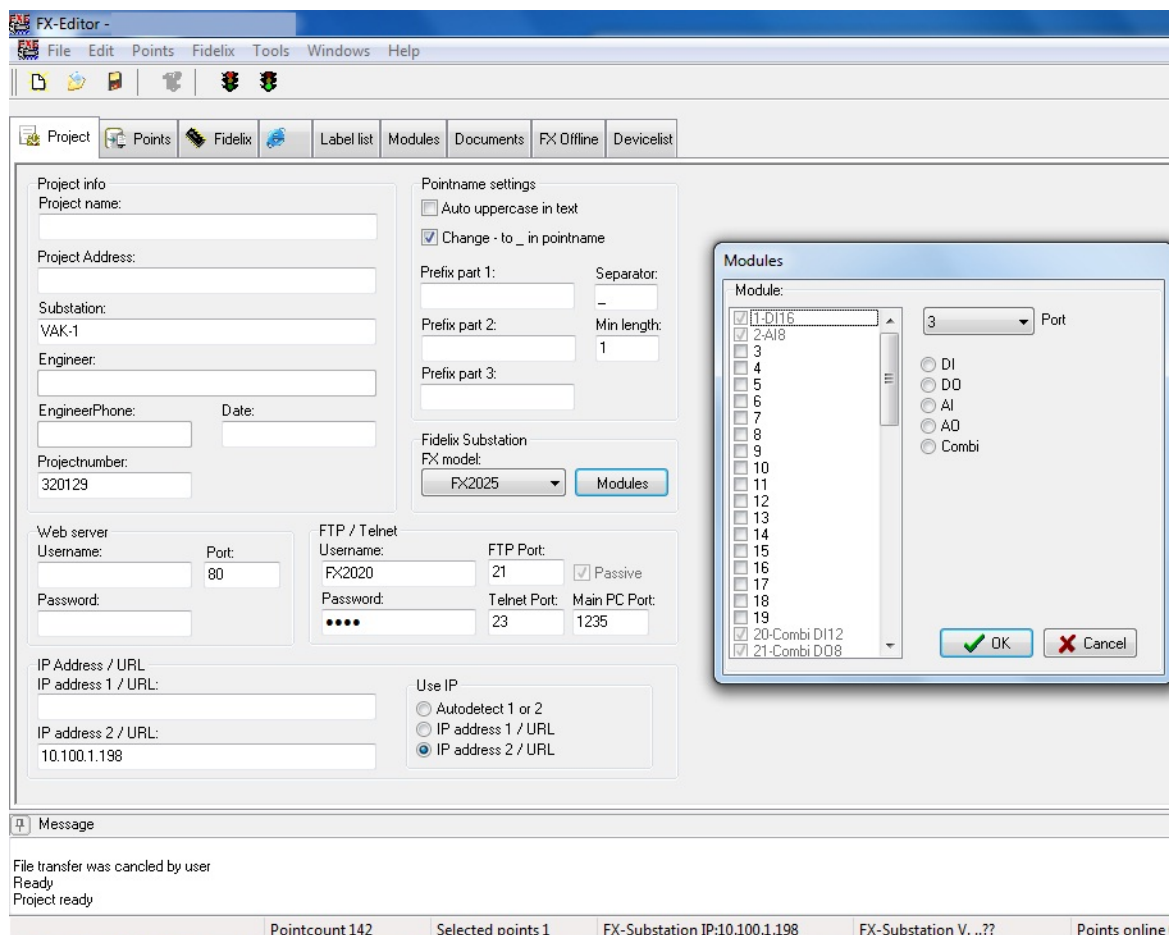
Figur 25. En färdig processgrafik för ventilationsanläggning TK301.

Då grafiken är färdig och alla punkter har namngetts byter man till ett program vid namnet Fx-Editor.

8.1.2 Fx-Editor

Programmet Fx-Editor är ett program för konfiguration av moduler, alarm och mätningar. Här görs också alla regler- och styreinställningar för automationssystemet.

Projektet i detta program påbörjas med att skriva in projektets information såsom namn, adressuppgifter, lösenord och IP-adresser. Efter detta väljs alla de moduler som skall ingå i projektet och porten som modulerna skall använda. Detta visas i figur 26 nedan.

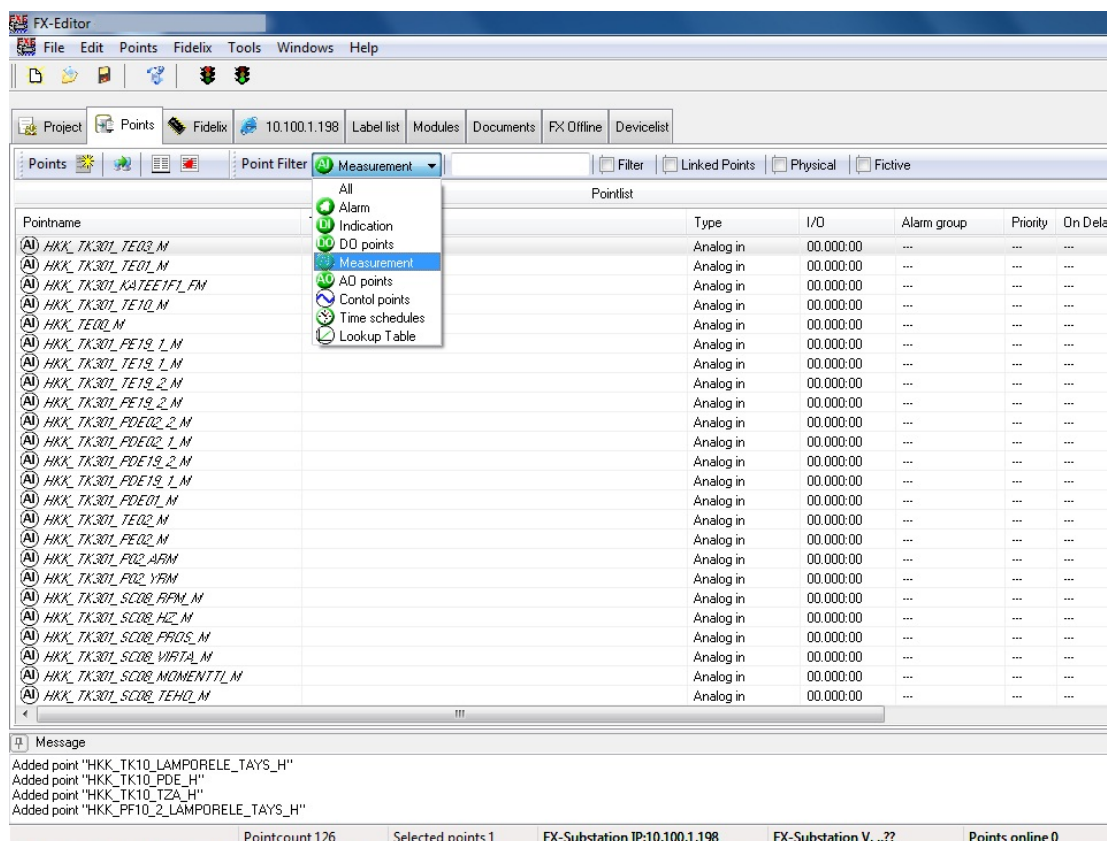


Figur 26. Projektets huvudmeny i FX-Editorn.

Efter att projektets information har fyllts i och modulerna har valts, importeras alla punkter till FX-Editor från grafikritprogrammet HTML-editor. Då alla punkter har importerats syns hela projektets punkter i vänstra kanten i programmet vid det namn som punkten döptes till i grafiken. Efter detta konfigureras alla punkter en efter en.

Det är möjligt att konfigurera punkter rakt från undercentralens skärm eller då man har datorn uppkopplad till undercentralen när man befinner sig på fältet, men det är en hel del bekvämare och klarare att göra konfigurationen på kontoret med programmet FX-Editor.

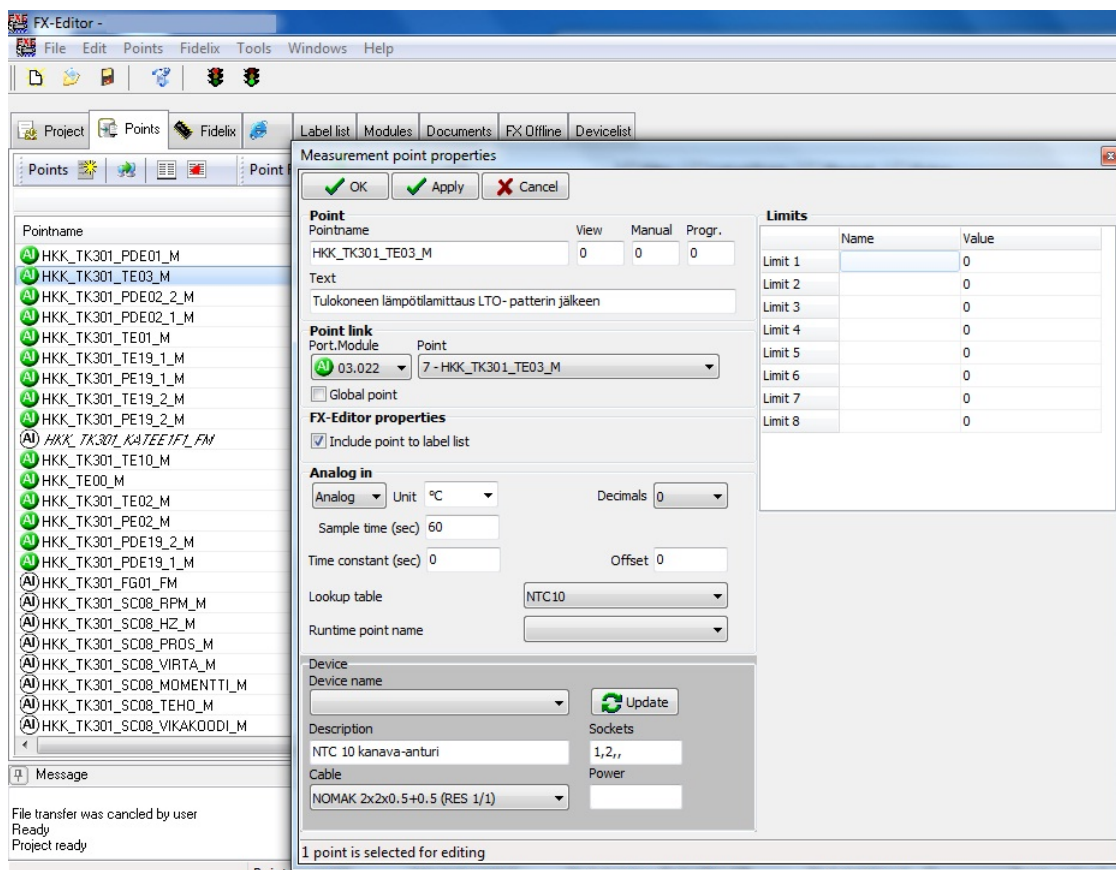
För att underlätta och få konfigureringen mer systematisk i FX-Editor kan en punktfiltrering aktiveras som gör att t.ex. bara mätpunkter visas i programmet. Menyn för detta syns i figur 27 nedan, där programmets olika punkttyper visas i en liten meny.



Figur 27. Filtrering av punkter efter importering.

Konfigurering av mätpunkter

Då en mätpunktpunkt konfigureras skrivs först en kort och klar beskrivning vad och var mätpunkten mäter och sedan väljs en modul och en modulpunkt för mätningen. Efter detta anges vilken enhet som mäts, mätningens samplingsintervall och typen på givaren för att få rätt konverteringstabell för givaren. Här finns också möjlighet att välja olika tillverkares givare och kablar, som sedan kommer till nytta då beställningarna skall göras eftersom de automatiskt räknas ihop och visas i FX-Editorns apparatlista. Figur 28 visar hur konfigureringsmenyn ser ut för en mätpunkt.



Figur 28. Konfigurering av en mätpunkt i FX-Editor.

Då alla mätpunkter är konfigurerade ändrar man filtret och börjar konfigurera en annan punkttyp.

Konfigurering av alarm

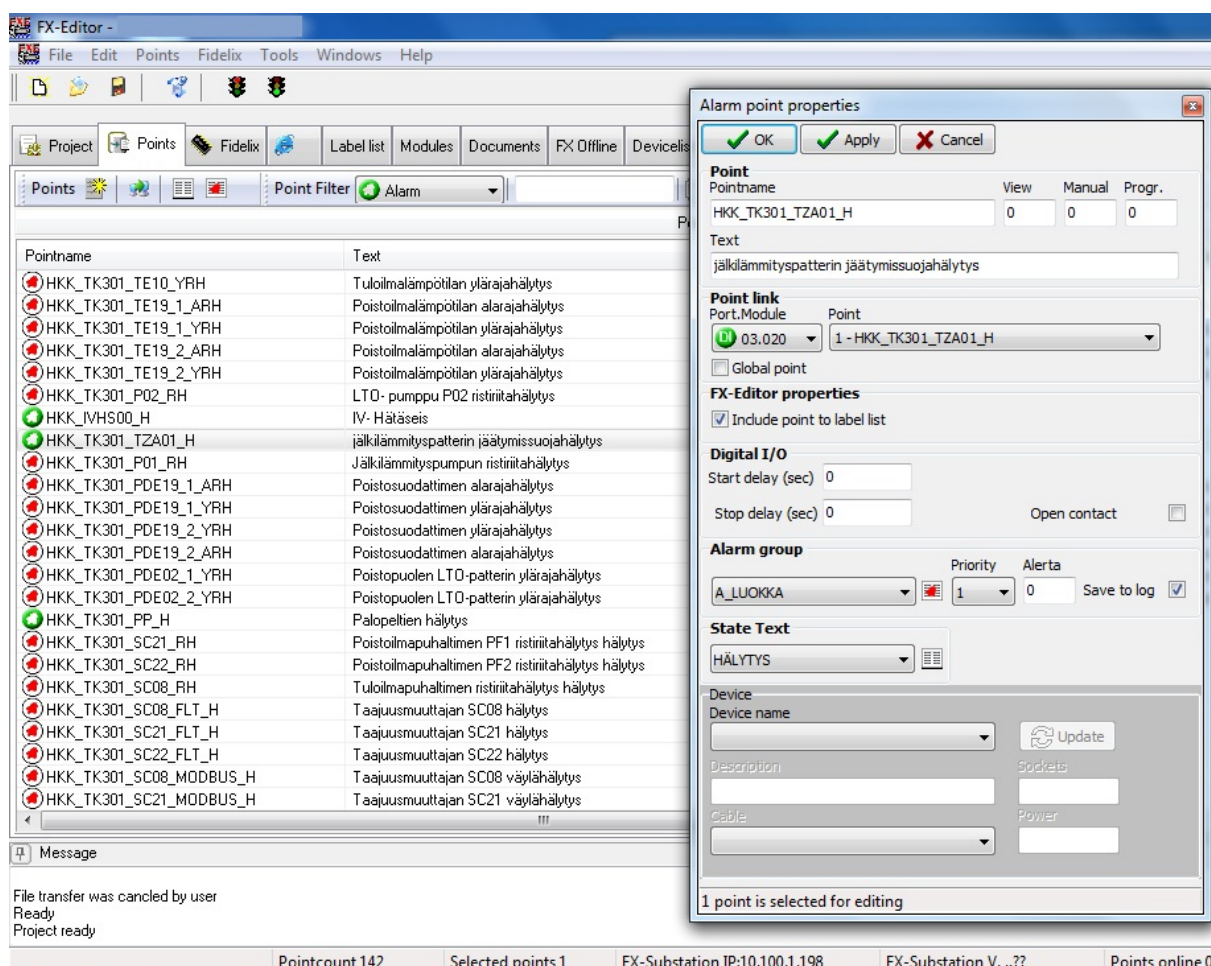
Konfigureringen börjar med att man skriver en klar men kort beskrivning vad alarmet gäller. Efter detta väljs modul och modulpunkter för de fysiska punkterna, som är sådana alarm som får sin information utifrån dvs. sådana som fysiskt är kopplade till digitala ingångar.

Andra möjligheten är att ha fiktiva alarmpunkter som inte fysiskt är kopplade någonstans, utan de får sin information när alarmet skall aktiveras internt från undercentralen. Ett fiktivt alarm används t.ex. då man vill ha en övre och undre gräns på en mätning med ett alarm, då de inställda gränserna under- eller överskrids. Dessa punkter har ingen moduladress och lämnas därför med adressen 00.000:00, som FX-Editor automatiskt sätter som en fiktiv punkt.

Det finns huvudsakligen tre stycken alarmgrupper som brukar användas, A-,B- och C-grupper.

Förklaring av alarmgrupperna:

- Grupp A: Brådskande alarm som kräver åtgärder omedelbart. A-gruppens alarmnummer kontaktas med textmeddelande.
- Grupp B: Mindre brådskande som bör åtgärdas under några timmar. B-gruppens alarmnummer kontaktas med textmeddelande.
- Grupp C: Alarm som syns i undercentralen och övervakningscentralens dator och behöver åtgärdas inom 24 timmar.



Figur 29. Menyn som visar då alarm konfigureras

8.1.3 OpenPCS

För att få en automationsprocess att fungera på ett önskat vis måste man berätta för automationssystemet hur det skall fungera. Detta görs genom programmeringsprogrammet OpenPCS.

Programmeringsspråket som används i OpenPCS hör till standarden IEC 61131-3 som används av de flesta programmerbara automationssystemen i dagens läge. Standarden innehåller fem olika programmeringssätt som är följande:

- Funktion Block Diagram (FBD)
- Instruction List (IL)
- Ladder Diagram (LD)
- Sequential Function Charts (SFC)
- Structured Text (ST)

Det programmeringssätt som Fidelix undercentraler programmeras med är det sist nämnda, dvs. Structured Text eller ST-kod som det även kallas. Programmeringsspråket är ett kodspråk som är mycket likt det gamla programmeringsspråket Pascal som användes mycket i datorprogram förr i tiden. (Kronotech 2013).

Koden i ett Fidelix automationssystem består till en stor del av program med kodsatser som har olika villkor där man jämför bestämda variabler. Då villkoret uppfylls börjar programmet köra en viss kod som får automationssystemet att styra en process på ett önskat sätt. Då villkoret slutar gälla återgår automationssystemet till den ursprungliga koden.

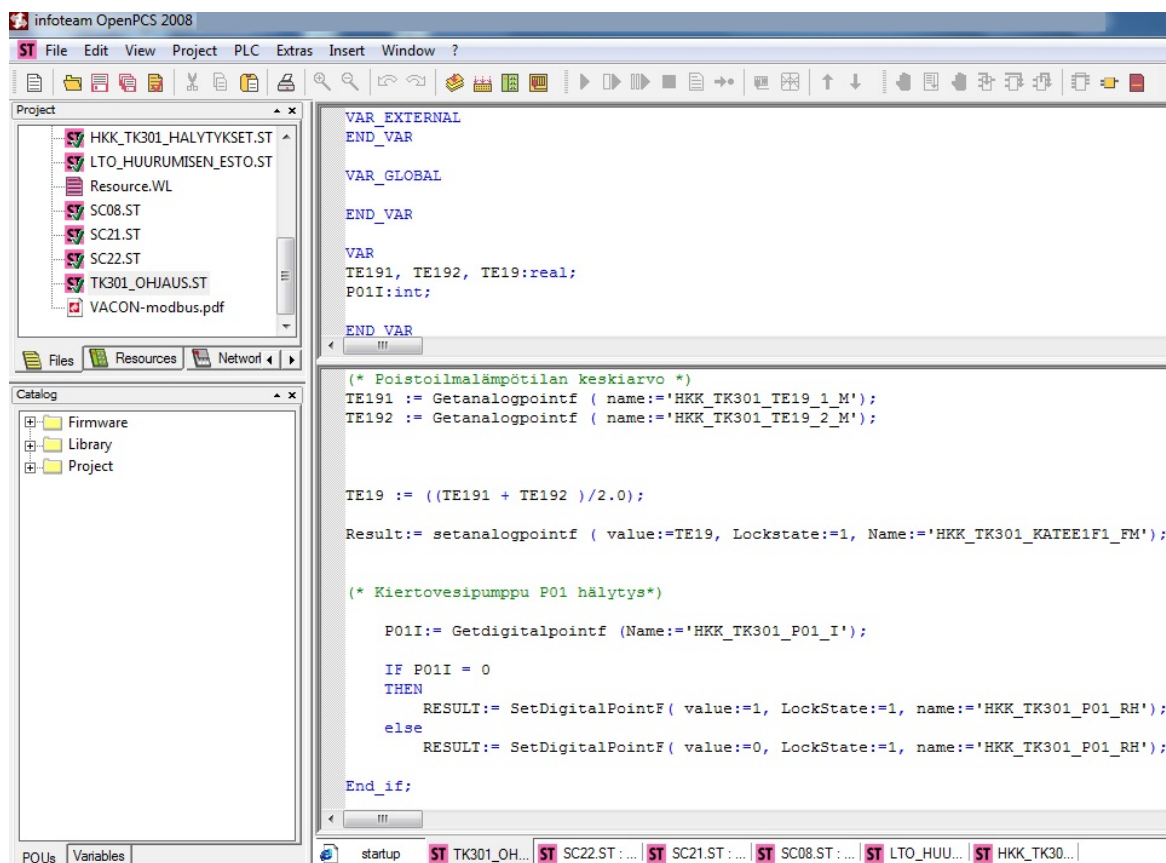
Program

Då man programmerar funktioner som det bara finns ett fåtal av kan detta göras rakt i programmet. Andra möjligheten är att använda sig av funktionsblock, som kommer att tas upp senare.

För att göra programmet lättläst lönar det sig att skriva kommentarer i kodtexten, vilket görs med att skriva in text i formatet (*kommentar*). OpenPCS känner igen att det är fråga

om en kommentar och ändrar textfärgen till grön och påverkar inte på själva programmets funktion på något vis efter detta.

Figur 30 är en del av ett program som beräknar medeltalet av temperaturerna på frånluftssidan och under medeltalsberäkningen en kodtext som sköter om alarmet då värmebatteriets cirkulationspump P01 i ventilationsanläggning TK301 stannar.



Figur 30. Programmerad medeltalsberäkning av två temperaturmätningar, och alarm för cirkulationspump.

Beräkning av medeltal på frånluftfläktarnas temperaturmätning

Den övre rutan till höger i figur 30 är till för att deklarerade de variabler som kommer att användas i programmet. Variablerna som finns deklarerade för frånluftstemperaturmätningens medelvärde är TE191, TE192 och TE19. Efter detta känner programmet till dem och de kan användas för att spara information.

Det egentliga programmet eller kodtexten skrivs i den nedre rutan till höger, där jag har börjat med att skriva en kommentar vad programmet gör. Detta gör det klart att denna kod är till för att beräkna medeltalet på frånluftsfäktarnas temperaturmätning.

Nästa steg är att ge variablerna värden genom att hämta de analoga punkternas mätvärden med kommandot `Getanalogpointf (name:=' ')`; och mata detta in i variablerna TE191 och TE192. Nu innehåller dessa variabler sina egna mätvärden.

Då kan medelvärde beräknas genom att addera variablerna TE191 och TE192 och sedan dividera summan med antalet adderade variabler, dvs. två i detta fall. Resultatet av detta kommer att sparas till variabel TE19.

För att skriva ut medeltalet i processgrafiken ställer man en analog utgång med kommandot: `Result:= Setanalogpointf (value := värdet som skall visas, Lockstate := "Till vilket läge processen skall ändra", Name:= ' Punktens namn ')`;

I detta fall blir kodtexten följande: `Result:= Setanalogpointf (value := TE19, Lockstate:=1, Name:= ' HKK_TK301_KATEE1F1_FM')`;

Alarm då värmebatteriets cirkulationspump stannar

Det är mycket viktigt att pumpen för värmebatteriet är igång året om men speciellt viktigt då det är kallt ute. Därför skapas ett eget alarm för denna pump för att försäkra att den är igång.

Variabeln som kommer att användas för detta alarm finns deklarerad som P01I i variabelfältet i figur 30 och då kan denna fritt användas i programmet.

Det första som görs är igen att skriva en kort men klar beskrivning vad koden berör. Efter detta används variabeln P01I för att spara information om pumpens läge, eller så kallade indikering. Detta görs med kommandot `P01I:= Getdigitalpoint (Name:= HKK_TK301_P01_I)`; . Då kommer variabeln att innehålla pumpens läge som antingen är en etta eller nolla, eftersom det är en digital punkt.

Nästa steg är att kontrollera om $P01I = 0$. Detta betyder att pumpen P01 står stilla och ett alarm bör aktiveras, som görs med följande kod: `RESULT:= SetDigitalPointF (Value:= 1, LockState:= 1, Name:= ' HKK_TK301_P01_RH ')`; . Detta kommer att aktivera alarmet eftersom "Value:= 1".

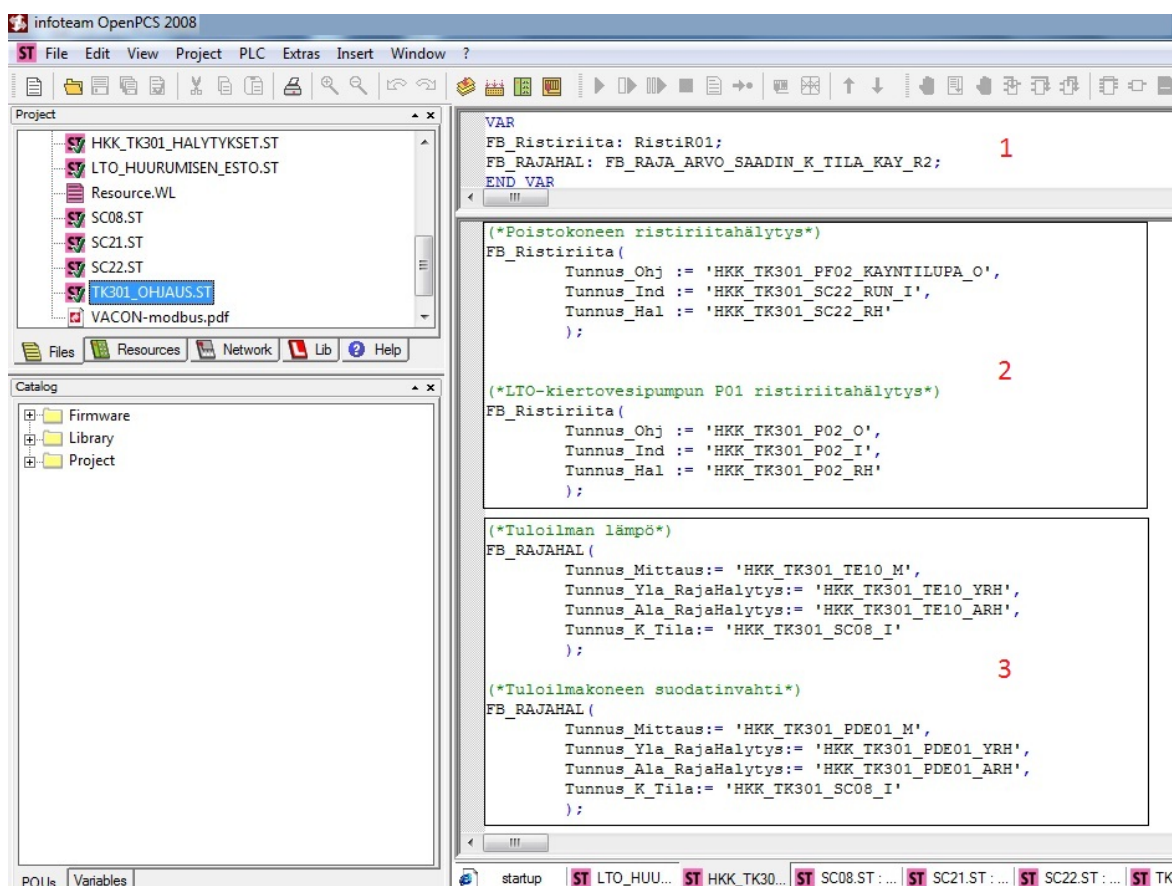
Om inte villkoret blev uppfyllt att $P01I = 0$ kommer programmet att hoppa rakt till else-satsen som kör koden: `RESULT:= SetDigitalPointF (Value:= 0, LockState:= 1, Name:= ' ')`;

HKK_TK301_P01_RH') ; som inte aktiverar alarmer för att "Value = 0", vilket betyder att pumpen p01 är igång.

Programmet avslutas sedan med END_IF kommandot och börjar sedan om på nytt.

Användning av funktionsblock

För att göra programmerandet snabbare och på samma gång klarare, lönar det sig att använda funktionsblock för sådana program som kodtexten hålls som samma, men variablerna byts ut i programmet. Som exempel tar jag upp en kod som demonstrerar två stycken konfliktsalarm och två stycken gränsalarm i figur 31.



Figur 31. Program för två stycken konfliktsalarm och två stycken gränsalarm

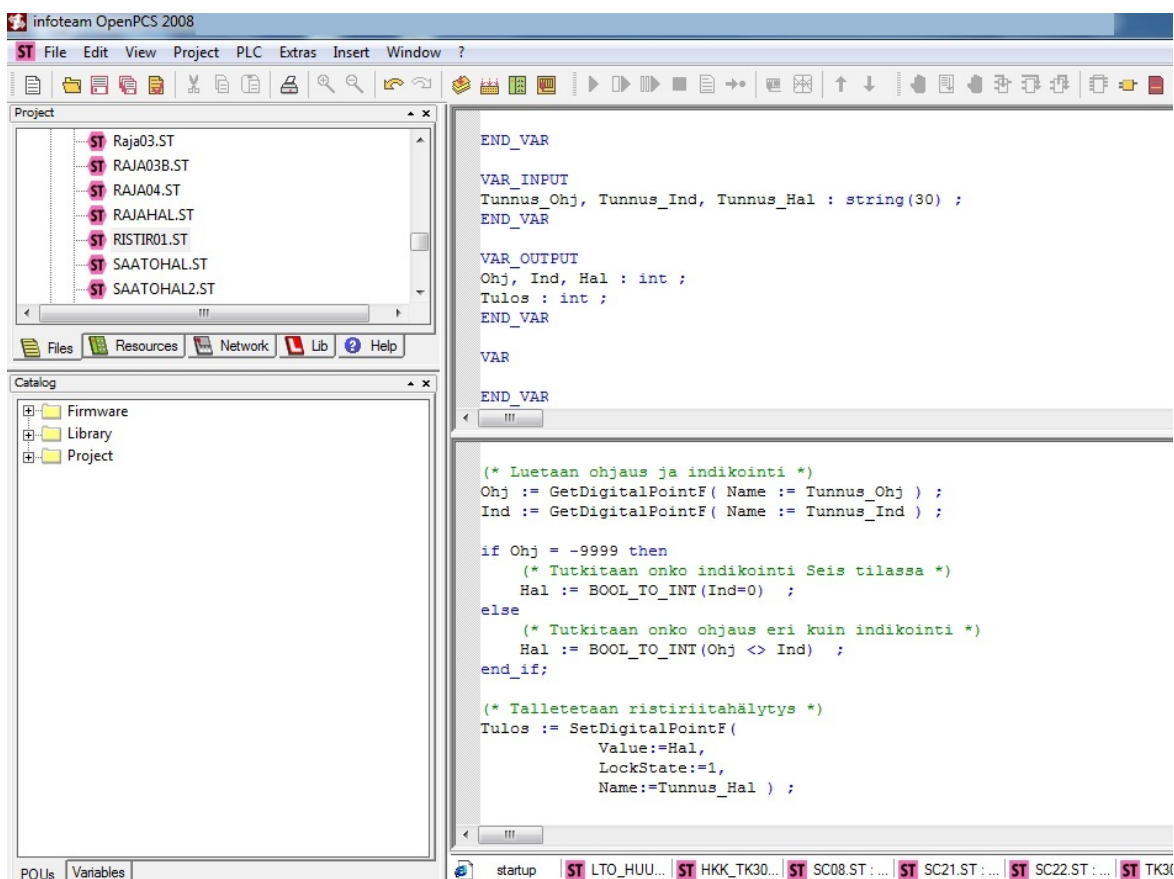
Eftersom det finns tiotals konflikt- och gränsalarm i programmet har jag valt att deklarera variablerna i ett program för alla alarm, som sedan i tur och ordning kontaktar ett

funktionsblock som innehåller själva kodtexten för programmet för att få en önskad funktion.

Ruta nummer ett i figur 31 är till för att deklarerar variabler för programmet och eftersom jag kontaktar funktionsblock, har jag angett namnet på blocken jag vill kontakta och ändrat namnet på dem till FB_Ristiriita och FB_RAJAHAL. Efter detta kan man förflytta sig till själva programmeringsfältet i OpenPCS.

Inuti ruta nummer två i figur 31 har jag börjat med att skriva en kommentar vilket alarm koden berör och sedan skrivit in vilket funktionsblock som skall kontaktas, vilket i detta fall är vid namnet FB_Ristiriita. Sedan har jag använt de variabler som funktionsblocket kommer att läsa in och angett punktnamnen till dem för styrning, indikation och alarm.

Samma görs för gränsalarmen i ruta tre i figur 31, men då kontaktas funktionsblocket FB_RAJAHAL, som sedan deklarerar med de variabler som detta block kommer att läsa in med de rätta punktnamnen för att få den önskade funktionen av programmet.



Figur 32. Funktionsblocket FB_Ristiriita

De punktnamn som döptes om i figur 31 i ruta två till Tunnus_Ohj, Tunnus_Ind och Tunnus_Hal kommer att läsas in i funktionsblocket FB_Ristiriita som visas i figur 32.

Först görs det klart för funktionsblocket att vi kommer att importera dessa, vilket görs i den övre rutan till höger genom kommandot VAR_INPUT och under det variablerna som skall importeras. Efter detta berättar vi för funktionsblocket att vi kommer att använda oss av variablerna Ohj, Ind, Hal och Tulos inne i blocket.

Sedan sker själva programmeringen i den nedre rutan till höger, där det börjar med en kommentar att vi kommer att läsa in variablerna för styrningen och indikering i programmet. Informationen från styr- och indikeringspunkterna hämtas med kommandot "GetDigitalPointF (Name:= Tunnus_Ohj)" och "GetDigitalPointF (Name:= Tunnus_Ind)", vars värden kommer att gå in i variablerna Ohj och Ind. Eftersom det är digitala punkter som hämtas kan deras lägen endast vara en etta eller nolla i programmet, men ifall punkten inte alls hittas kommer programmet att returnera värdet -9999.

Det egentliga programmet börjar med en IF-sats som kontrollerar om styrvunkten returnerar värdet -9999. Ifall detta villkor uppfylls kommer programmet att kontrollera om indikationen är lika med noll, som den borde vara. Ifall indikationen ger en etta är det något fel. Oavsett om indikationen var en etta eller nolla kommer värdet att sparas i variabeln "Hal". Nu kommer programmet att hoppa rakt till kodsatsen "Tulos:=

Om inte villkoret blev uppfyllt i det första villkoret, dvs. att styrvunkten returnerade -9999, kommer programmet att börja köra en else-sats som jämför om styrvunkten har ett annat värde än indikationspunkten. Värdet som fås kommer att sparas i variabeln "Hal" och programmet kommer att hoppa till kodsatsen "Tulos:=

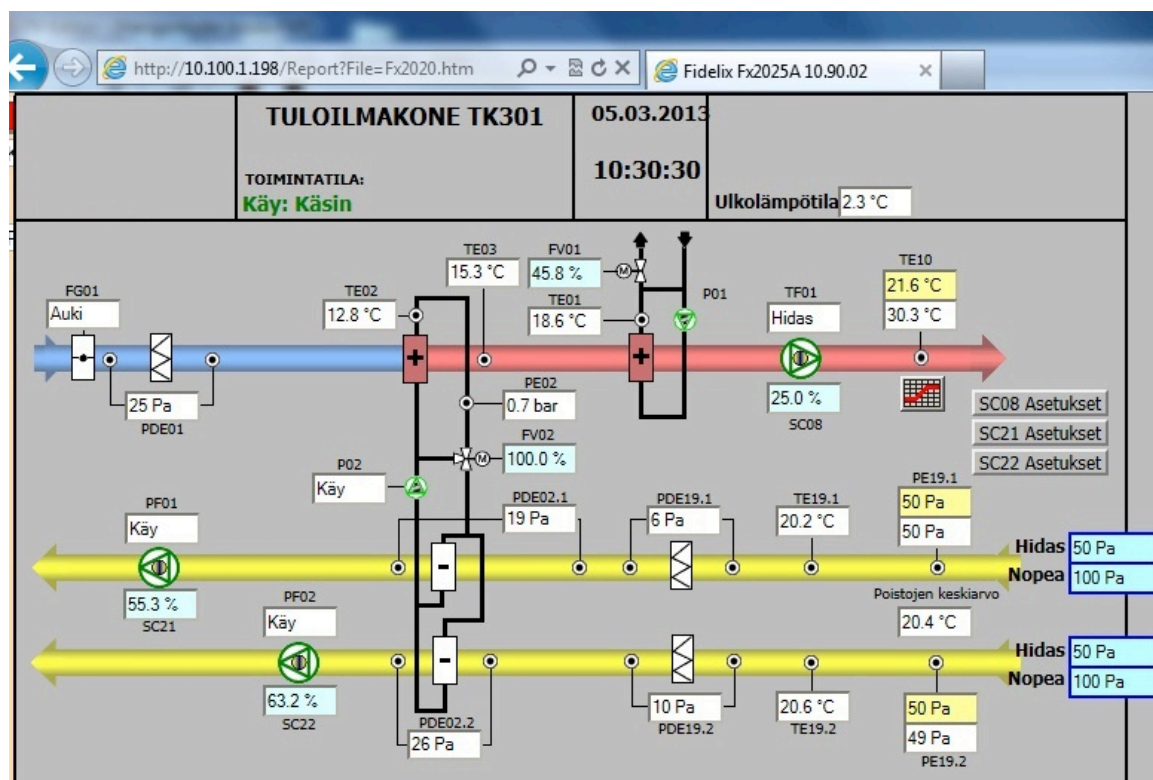
Satsen "Tulos:=" kommer att aktivera alarmpunkten "Tunnus_Hal" då variabeln "Hal" antingen är en etta eller nolla, beroende på hur alarmpunkten är konfigurerad i FX-Editorn.

8.2 Uppladdning av program till undercentralen

Då grafikerna och programmen är färdiga kan dessa laddas upp till undercentralen.

Grafikerna och punkterna laddas upp via PC verktyget FX-Editor och själva programmet via OpenPCS, där det också skapades. Uppladdningen görs med hjälp av en RJ-45 Ethernet kabel, som kopplas mellan datorn och Fidelix centralenheten. Då allting är uppladdat lönar det sig att göra en backup redan i detta skede.

Efter att allting är kopplat och programmen och grafikerna är uppladdade kan automationssystemet testas och ställas in. Processbilden som visas i figur 33 är tagen från en riktig testkörning av ventilationsanläggning TK301.



Figur 33. Processgrafik för TK301 då automationssystemet provkörs.

Då en ventilationsanläggning startas på vintern för första gången, är det mycket viktigt att kontrollera att pumpar, spjäll och frysskydd fungerar som de skall för att undvika att batterierna fryser. Efter detta kan anläggningen optimeras så att värme- och kylsystemen regleras på ett önskat vis, som sker med hjälp av en PI-reglering som tas upp till följande.

9 PI- reglering

Då målet är att reglera en process så att man konstant försöker hålla en storhet vid ett önskat värde kan en PI-reglering tillämpas. Denna reglering består av två delar där den första är en proportionell reglering (P) och den andra en integrerande reglering (I).

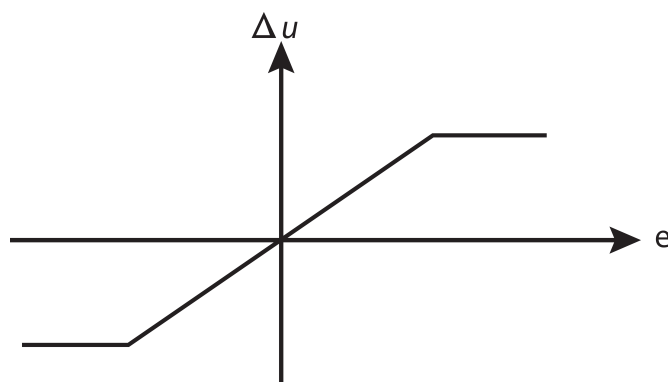
(B.Thomas 2008, s.51)

För att det skall vara möjligt att utföra en reglering av en process måste regulatorn kontinuerligt få information ur processen, som görs med givare av olika slag. En byggnads värmesystem kan tas som exempel, där man ger processen ett börvärde som i detta fall är den temperatur man kontinuerligt vill hålla inomhus. Inomhustemperaturen påverkas av en störning som är en varierande utomhustemperatur och därför ges vanligtvis också utomhustemperaturen till regulatorns kännedom för att förbättra regleringen. Det som är mer viktigt är att mäta ett ärvärde som i detta exempel skulle vara den aktuella inomhustemperaturen.

Då regulatorn känner till ett börvärde och ett ärvärde kan ett reglerfel beräknas genom att beräkna skillnaden mellan dessa. Detta betyder i sin tur att då reglerfelet är lika med noll är inomhustemperaturen exakt den temperatur som har önskats, dvs. börvärdet, vilket regleringen försöker sträva till. (B.Thomas 2008, s.51-52)

Som följande förklaras PI-regulatorns delar noggrannare.

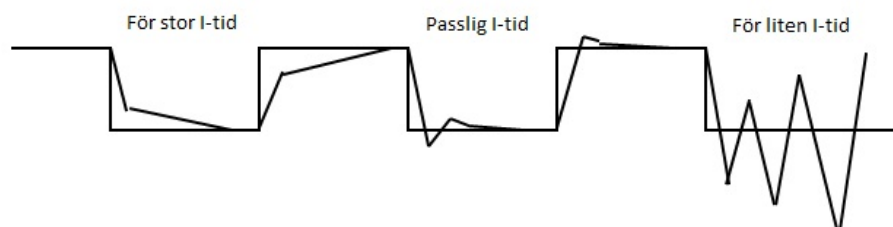
P verkan i PI-regulatorn: Vid proportionell reglering är P-regulatorns utsignal direkt proportionell med insignalen, dvs. reglerfelet. Utsignalen betecknas med (u) medan reglerfelet betecknas med (e). (B.Thomas 2008, s.51)



Figur 34. Beskrivning hur utsignalen u förhåller sig proportionellt till reglerfelet e .

I verkan i PI-regulatorn

Då en PI-reglering används fungerar P och I parallellt. Den integrerande delen beräknar integralen av felet e , medan P regulatorn proportionellt ändrar dess utsignal med felet e . Utsignalerna från proportionella och integrerande regleringen adderas ihop och bildar tillsammans en utsignal u eller controller output som i figur 36. (B.Thomas 2008, s.55)



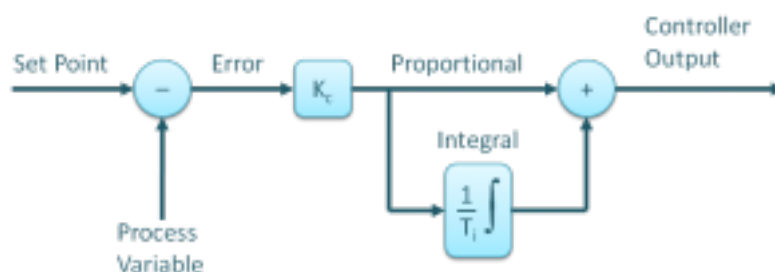
Figur 35. Denna figur beskriver hur integreringstiden påverkar processen.

Figur 35 beskriver hur regleringen påverkas med för stor, passlig och för liten integreringstid.

I byggnadsautomationsregleringar behövs sällan riktigt snabba regleringar eftersom t.ex. givare som mäter ett ärvärde i ett utrymme kan få en kraftig störning då en ytterdörr öppnas och detta behöver inte regleringen reagera på.

Har man en för stor integrationstid kommer regleringen att vara mycket långsam och det kommer att ta länge att nå börvärdet. Med en passlig reglering kommer processen att reagera tillräckligt snabbt och kommer att plana ut med börvärdet. Har man en för låg integrationstid kommer processen att börja svajja kraftigt vilket betyder att ärvärdet aldrig kommer att plana ut med börvärdet. Eftersom styrsignalen svajjar, betyder detta att t.ex. ventilmotorer kommer att köra sakta under och över börvärdet så gott som oavbrutet.

PI-regulatorn som helhet



Figur 36. PI-regulatorns uppbyggnad (Opticontrols 2013)

Set point: Detta är det värde man vill uppnå med regleringen, dvs. börvärdet.

Process variable: Det aktuella mätvärdet regulatorn kontinuerligt får lika med börvärdet.

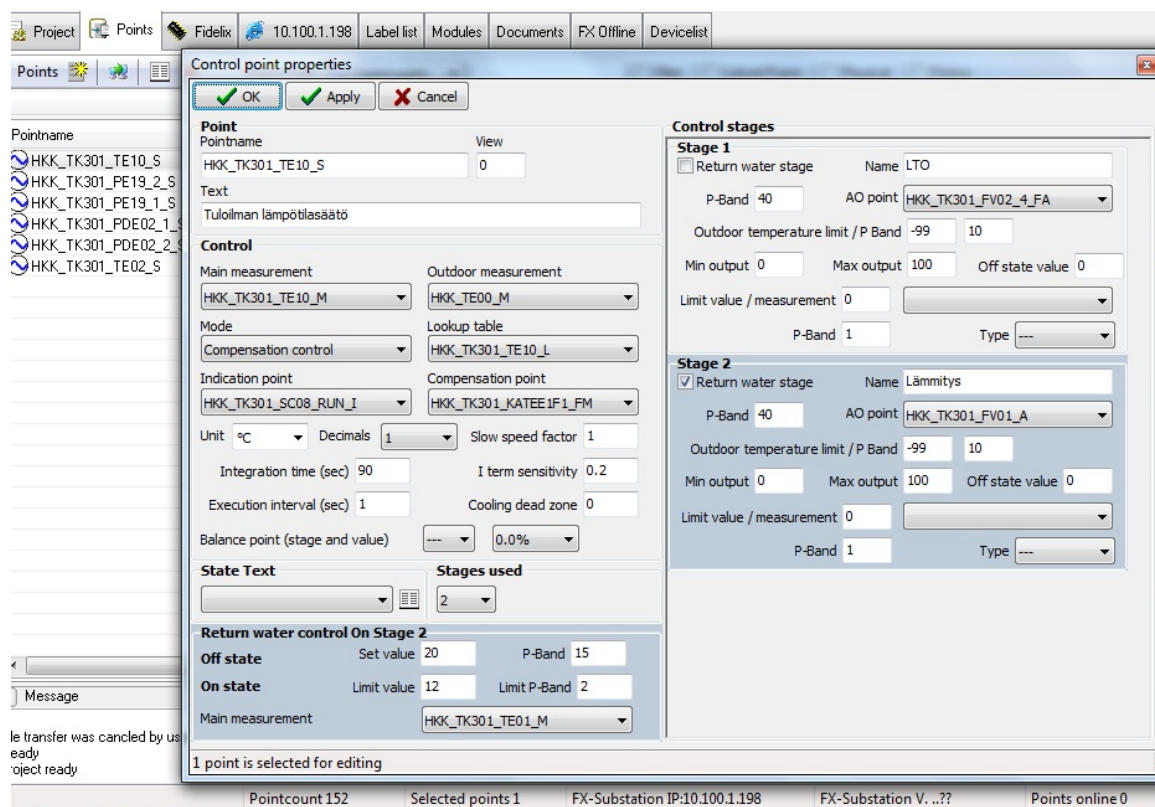
Error: Reglerfelet som är skillnaden mellan är- och börvärdet.

K_C: Förstärkning av felet e

Controller output: Styrsignalen till ett ställdon som steglöst kan reglera ärvärdet till börvärdet.

9.1 PI-reglering i programmet FX-Editor

FX-Editor programmet som har tagits upp i detta arbete har punkter av typen control points, som enkelt sagt är punkter för reglering av olika slag.



Figur 37. Konfigurering av en reglerpunkt i FX-Editorn.

Figur 37 presenterar en PI-reglering som reglerar tilluftstemperaturen på tilluftsaggregat TK301. Då en punkt av typen "control point" konfigureras skrivs först en kort förklaring under punktnamnet vad regleringen berör. Efter detta väljer man huvudmätningen "Main measurement" som kommer att fungera som ett ärvärde i regleringen. Höger om det väljs den punkt som utetemperaturmätningen är kopplad till för att få en bättre reglering vid hastiga utetemperaturssvängningar.

Sedan väljs en indikationspunkt när regleringen skall ske. För denna reglering skall värmen endast regleras och användas då tilluftsfläkten är igång. Denna indikation fås från frekvensomvandlare SC08 som är kopplad till frånluftsfläkten TF1.

För att få den verkliga inomhustemperaturen som en kompensering i regleringen används fiktiva mätpunkten HKK_TK301_KATEE1F1_FM som är ett uträknat medeltal av frånluftkanalernas temperaturmätningar.

Nästa steg är att välja rätt enhet och antalet decimaler för mätningar. Sedan börjar man med att ställa in en uppskattad integrationstid som senare kommer att optimeras då anläggningen är igång och kan se hur regleringen börjar bete sig.

Eftersom TK301 är utrustat med värmeåtervinnare och värmebatteri skall regleringen först utnyttja all värme som värmeväxlaren kan avge, dvs. så att ventilen är öppen till 100% och först efter detta börjar värma tilluften med värmebatteriet. Därför används två olika steg i regulatorn.

Steg 1

På den högra sidan i figur 37 kommer som först värmeåtervinnaren eftersom det är denna som vi först vill utnyttja för fullt eftersom det är så gott som gratis värme vi får av denna. Konfigureringen av steg 1 börjar med att man skriver en förklaring vad som regleras som t.ex. LTO som är en förkortning av finskans lämmöntalteenotto. Sedan ges ett P-värde för regleringen som också här är ett riktigivande tal som sannolikt kommer att ändras då anläggningen är igång och testas. Sedan väljs en AO-punkt som är den punkt som styrsignalen kommer att skickas till. För denna process är det motorventil FV02 som kommer att reglera vätskeflödet för värmeåtervinnaren, därför väljs denna.

Sedan väljs ett område som ventilen kommer att fungera i och eftersom det är en motorventil kommer dennas funktionsområde att vara 0-100%.

Steg 2

Eftersom steg 2 är värmebatteriet som är kopplat till byggnadens värmesystem, får inte detta frysa. Därför används frysskyddets returvattenmätning i denna reglering. Denna funktion aktiveras med att kryssa i rutan för *return water stage*. Då öppnas den blåa rutan längst nere på vänstra sidan. Detta är en extra inställning med ett eget P-värde som kommer att göra regleringen snabbare då returvattnet är innanför inställda gränser för att förhindra att frysskyddet löser ut.

Sedan gäller det samma som för steg 1, dvs. att ge ett P-värde och en analog utgång som styr värmebatteriets ventil FV01 och ange dess arbetsområde som är 0-100% även här.

10 Energiberäkning

Det som har framgått i detta examensarbete är att ett fastighetsautomationssystem investeras främst för att spara energi. Besparingarna görs då fläktmotorer körs på ett optimalt varvtal som byter ut luften så det konstant uppfyller kraven, inte mer eller mindre.

Ifall luften byts ut för effektivt tar fläktmotorerna mer energi tillika som byggnadens värmebehov ökar eftersom man hämtar in mera kall luft in i byggnaden som bör värmas upp.

10.1 Jämförelse av kostnader vid konstant luftutbyte och behovsstyrt luftutbyte

I detta exempel kommer jag att beräkna skillnaden mellan en ventilationsanläggnings frånluftsfläkt som konstant håller samma varvtal året om och jämföra samma frånluftsfläkts elförbrukning då den körs med frekvensomvandlare och tidsprogram styrt av en undercentral.

Energikostnadsberäkningarna för följande exempel grundar sig på ett elpris på 12,66 cent/kWh som också inkluderar elektricitetens överföringsavgift (Sähkö hinta 2013).

Frånluftsfläktens data vid nätspänningsdrift

Nätspänning: 230/400 V

Nätfrekvens: 50 Hz

Elmotorns märkeffekt: 3kW

Uppmätt förbrukad effekt i drift: 2,2 kW

Nominellt varvtal: 1450 rpm

Uppmätt kanaltryck vid drift: 120 Pa

Frånluftfläktens årliga elförbrukning

Frånluftfläkten roterar konstant med 1450 varv/minut med nätfrekvensen 50 Hz och förbrukar en eleffekt på 2,2 kW året om.

$$\text{Pris/år} = \text{effekt} * (\text{timmar} * \text{antal dygn}) * \text{pris/kWh}$$

$$\text{Pris/år} = 2,2 \text{ kW} * (24 \text{ h} * 365 \text{ dygn}) * 0,1266 \text{ €/kWh}$$

$$\text{Pris/år} = 2439,84 \text{ €}$$

Beräkning då motorerna styrs enligt behovet av en undercentral

Enligt beräkningar och avläsning av fläktens fläktkurva uppfylls det optimala luftflödet vid ett kanaltryck på 100 Pa på frånluftssidan. Automatiken kommer att sträva efter att detta tryck hålls optimalt från kl.7 till kl.16. Under denna tid finns det verksamhet i byggnaden och behöver därför mer ventilation än då ingen befinner sig i byggnaden.

Utanför verksamhetstiden behövs endast ett kanaltryck på 50 Pa för att hålla ett tillräckligt luftutbyte. Detta kanaltryck kommer att hållas från kl. 16 till 7 på morgonen.

Ovanstående påståenden visar att luften har bytts ut för effektivt tidigare, eftersom den direkt elnätdrivna frånluftsfälkten har hållit ett kanaltryck omkring 120 Pa, som har förorsakat ett för effektivt luftutbyte i byggnaden.

Beräknat varvtal och frekvens för att uppnå kanaltrycket 100 Pa

Eftersom man uppmätt ett kanaltryck på 120 Pa vid frekvensen 50 Hz och varvtalet 1450 rpm, kan följande affinitetslag användas för att beräkna det optimala varvtalet n_2 för att uppnå kanaltrycket 100 Pa:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (\text{Warfvinge \& Dahlblom 2010, s. 2:67}).$$

Löser ut varvtalet n_2 ur ekvationen och utför beräkningen:

$$n_2 = \frac{\sqrt{p_2}}{\sqrt{p_1}} * n_1$$

$$n_2 = \frac{\sqrt{100 \text{ Pa}}}{\sqrt{120 \text{ Pa}}} * 1450 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 1323,66 \text{ rpm}$$

Detta betyder att motorns varvtal bör vara 1323,66 varv/min för att uppnå kanaltrycket 100 Pa. För att beräkna frekvensen som frekvensomvandlaren skall köra motorn på kan följande formel användas:

$$f_2 = \frac{n_2}{n_1} * f_1$$

$$f_2 = \frac{1323,66 \text{ rpm}}{1450 \text{ rpm}} * 50 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 45,64 \text{ Hz}$$

Beräknat varvtal och frekvens för att uppnå kanaltrycket 50 Pa

$$n_2 = \frac{\sqrt{50 \text{ Pa}}}{\sqrt{120 \text{ Pa}}} * 1450 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 935,97 \text{ rpm}$$

För att uppnå kanaltrycket 50 Pa bör frånluftsfläkten rotera med varvtalet 935,97 rpm. Frekvensen som motorn skall köras på kan räknas ut då varvtalet är känt enligt följande:

$$f_2 = \frac{935,97 \text{ rpm}}{1450 \text{ rpm}} * 50 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 32,27 \text{ Hz}$$

Energiberäkning

Då den förbrukade eleffekten och dess varvtal är känt, kan en annan effekt beräknas utav dess kända varvtal. För centrifugerande elanläggningar gäller följande affinitetslag:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (\text{Warfvinge \& Dahlblom 2010, s. 2:68}).$$

Löser ut effekten P_2 ur ekvationen:

$$P_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 * P_1$$

Förbrukad elenergi vid frånluftskanaltryck 100 Pa

För att uppnå kanaltrycket 100 Pa i frånluftskanalen räknade jag i ett tidigare skede att elmotorn skall köras med frekvensen 45,64 Hz, som resulterar i att motorn roterar med varvtalet 1323,66 rpm.

$$P_2 = \left(\frac{1323,66 \text{ rpm}}{1450 \text{ rpm}} \right)^3 * 2,2 \text{ kW}$$

$$P_2 = 1,67 \text{ kW}$$

Ur detta resultat ser man redan en klar besparing av elenergi då man minskat ett för effektivt flöde till ett optimalt flöde, som används under arbetstid. Frekvensen minskades med 4,36 Hz, vilket resulterade i att frånluftsfläktens effektförbrukning sjönk med 530 W.

Eftersom varvtalet inte kan regleras på en växelströmsmotor som körs direkt med nätspänning, brukar man använda sig av remdrivna fläktar med en utväxling för att åstadkomma ett visst varvtal på fläkten. Utväxlingen beräknas vanligtvis inte så noggrant, vilket leder till att fläkten byter ut för lite eller för mycket luft ur byggnaden.

Redan att få luftflödet optimerat från ett kanaltryck på 120 Pa till 100 Pa, dvs. minska frekvensen med 4,36 Hz skulle göra en årsbesparing på:

$$\text{Besparing/år} = (\text{Årskostnad } 2,2 \text{ kW}) - (\text{effekt } 100 \text{ Pa} * \text{timmar} * \text{antal dygn} * \text{pris/kWh})$$

$$\text{Besparing/år} = (2439,84 \text{ €}) - (1,67 \text{ kW} * 24\text{h} * 365 * 0,1266 \text{ €/kWh})$$

$$\text{Besparing/år} = 587,80 \text{ €}$$

Förbrukad elenergi vid frånluftskanaltryck 50 Pa

Tidigare beräknades att fläktmotorn måste rotera med 935,97 varv/min som betyder att motorn skall köras med frekvensen 32,27 Hz.

Den förbrukade eleffekten vid detta varvtal beräknas enligt följande:

$$P_2 = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 * P_1$$

$$P_2 = \left(\frac{935,97 \text{ rpm}}{1450 \text{ rpm}} \right)^3 * 2,2 \text{ kW}$$

$$P_2 = 0,592 \text{ kW}$$

Energikostnad per dygn då tidsprogram används

Tidsprogrammet kommer att hålla kanaltrycket 100 Pa kl. 7-16, betydande att den högre fläkthastigheten används 9 timmar / per dyg.

Klockan 16 till 7 på morgonen kommer tidsprogrammet att hålla kanaltrycket 50 Pa, vilket betyder att den lägre hastigheten används 15 timmar / dygn.

Energikostnad för att hålla 100 Pa 9 timmar:

$$\text{Pris/dygn} = \text{effekt} * \text{antal timmar} * \text{pris/kWh}$$

$$\text{Pris/dygn} = 1,67 \text{ kW} * 9 \text{ h} * 0,1266 \text{ €/kWh}$$

$$\text{Pris/dygn} = 1,90\text{€}$$

Energikostnad för att hålla 50 Pa 15 timmar:

$$\text{Pris/dygn} = \text{effekt} * \text{antal timmar} * \text{pris/kWh}$$

$$\text{Pris/dygn} = 0,592 \text{ kW} * 15 \text{ h} * 0,1266 \text{ €/kWh}$$

$$\text{Pris/dygn} = 1,12 \text{ €}$$

För att hålla igång frånluftsfläkten med tidsprogram i ett dygn blir kostnaderna:

$$\text{Frånluftfläktens energikostnad / dygn} = \text{elkostnad 100 Pa} + \text{elkostnad 50 Pa}$$

$$\text{Frånluftfläktens energikostnad / dygn} = 1,90\text{€} + 1,12 \text{ €}$$

$$\text{Frånluftfläktens energikostnad / dygn} = 3,02 \text{ €}$$

För att hålla igång frånluftsfläkten med tidsprogram i ett år blir kostnaderna:

$$\text{Kostnad / år 100 Pa} = 1,90\text{€} * 365 \text{ dygn}$$

$$\text{Kostnad / år 100 Pa} = 693,50 \text{ €}$$

$$\text{Kostnad / år 50 Pa} = 1,12\text{€} * 365 \text{ dygn}$$

$$\text{Kostnad / år 50 Pa} = 408,80 \text{ €}$$

Frånluftfläktens energikostnad / år = elkostnad 100 Pa + elkostnad 50 Pa

Frånluftfläktens energikostnad / år = 693,50 € + 408,80 €

Frånluftfläktens energikostnad / år = 1102,30 €

Jämförelse av elförbrukningen vid konstant och varvtalsreglerad drift

Då frånluftsfälkten konstant roterar med nätspänning blir energikostnaden 2439,84 €/år som räknades redan i början av detta exempel.

Då automationssystemet kör samma motor med frekvensomvandlare och håller luftutbytet på optimal nivå, blir energikostnaderna 1102,30 €/år.

Resultat

Besparing / år = (kostnad för oreglerad konstant drift) - (kostnad för optimerad drift)

Besparing / år = 2439,84 € - 1102,30 €

Besparing / år = 1337,54 €

Med att köra frånluftsfälkten så den konstant uppfyller behovet görs en årsbesparing på: 1337,54 € eller 54,82 %.

Det som bör påpekas med detta exempel är att tilluftsfälkten inte är med i beräkningen, som också skulle göra en lika stor procentuell besparing. Räkneexemplet beaktar inte heller det minskade värmebehovet som skulle uppstå då luften i byggnaden skulle bytas ut mer sällan, och inte heller den så gott som gratis energi som skulle fås ut av en värmeåtervinnare.

11 Ägarens användning av automationssystemet och dennas påverkan på energieffektiviteten

Ägaren av automationssystemet, eller de som är anställda för att använda och sköta om systemet har en påverkan på hur energieffektivt och pålitligt systemet fungerar. Eftersom Fidelix automationssystem ofta installeras i större byggnader, har de också anställda fastighetsskötare som får systemet till sin användning som ett verktyg för att underlätta det vardagliga arbetet.

Då byggnadsautomationssystemet överläts till ägaren får fastighetsskötarna en skolning där de lär sig hur systemet används effektivt och hur det skall skötas. För att få stor nytta av automationssystemet krävs aktiva, kunniga och intresserade fastighetsskötare som konstant försöker förbättra arbetsmiljön för arbetarna med lämplig inomhustemperatur och frisk luft, tillika som de strävar efter att minska på energiförbrukningen. Detta kräver att automationssystemets funktioner används aktivt så som att t.ex. trendfunktioner analyseras och jämförs med tidigare data som mätts.

11.1 Energieffektivitet

Alarm

Eftersom fastighetsautomationssystemet fungerar självständigt och meddelar då något fel uppstår med alarm, bör alarmen tas på allvar och åtgärdas så fort som möjligt eftersom ett alarm alltid påverkar systemets funktion negativt på något sätt.

Ett servicealarm som t.ex. kan handla om ett smutsigt luftfilter är inte direkt ett så brådskande alarm. Men det som bör kommas ihåg är att automationssystemet ofta reglerar fläkthastigheterna så att ett visst luftflöde eller kanaltryck uppnås och därför måste fläkten arbeta på ett högre varvtal då luften sugs genom ett stockat filter, vilket förbrukar mer energi. (Härkönen, m.fl. 2012, s.224-225).

Hålla automationssystemet uppdaterat med ändringar

Det kan ske olika förändringar i byggnader och därför är det mycket viktigt att hålla automationssystemet uppdaterat till de ändringar som görs. Ändringarna i byggnaden kan vara förändringar i konstruktioner som t.ex. att utrymmen förenas eller delas upp och givares placering bör planeras på nytt.

Verksamheten i utrymmet kan också ändra som exempel kan ett kontorsutrymme bytas om till konferensutrymme och behöver då inte lika mycket ventilation som tidigare. Då skulle det löna sig att hålla ett lågt grund luftutbyte med automatisk effektivisering då koldioxidhalten i utrymmet ökar.

Processer styrda av tidsprogram bör också hållas uppdaterade med de förändringar som sker. Sådana ändringar kan t.ex. vara förändrade verksamhetstider i byggnaden. (Härkönen, m.fl. 2012, s.226-227).

11.2 Fastighetsautomationssystemets pålitlighet

Då en byggnad är utrustad med ett automationssystem är det mycket viktigt att själva undercentralen och kopplade anläggningar hålls fungerande och pålitliga. Detta kräver underhåll och granskningar av systemet med jämna mellanrum.

Ifall automationssystemet av någon anledning blir i sådant skick att fastighetsskötaren inte litar på att alarmen är sanna eftersom det kontinuerligt kommer falska alarm, eller processer körs i manuellt läge för att man inte litar på att automationen sköter processen korrekt, är det viktigt att få allting att fungera ordentligt så fort som möjligt. För att undvika situationer av detta slag skall fastighetsskötaren ha ett stort intresse för systemet, sköta om underhållet och genast meddela ägaren av systemet då något problem som de själv inte kan åtgärda uppstår.

11.3 Kontinuerlig förbättring av automationssystemet

Då byggnaden redan färdigt har en Fidelix undercentral är det lätt att bygga till på systemet och automatisera nya processer. Ifall byggnaden är stor och undercentralen är långt ifrån den nya processen, kan en ny undercentral läggas till i byggnaden. För att skapa Modbus kommunikation mellan byggnadens undercentraler krävs endast en kabel med ett ledarpar.

Eftersom det enkelt och relativt billigt kan läggas till nya processer i byggnaden är det viktigt för energieffektivitetens skull att kontinuerligt försöka utveckla och bygga till på automationssystemet.

Det som ofta glöms bort är att energiförbrukningen inte blir bättre genom att kontinuerligt förbättra själva automationssystemet, utan en utveckling bör också ske hos själva användaren. Automationssystemet kan innehålla en del programmerbara eller fysiska fel

som endast framkommer då användaren aktivt följer med trender och förbrukningar i byggnaden. Detta kräver att fastighetsskötare och servicepersonal kan använda automationssystemet på rätt sätt, hålla högt intresse för systemet och reda ut varför en viss process beter sig på ett visst sätt.

12 Slutsats

Detta arbete innehåller mycket information om byggnadsautomation och besvarar en hel del frågor om varför detta är någonting man borde investera i. Arbetet behandlar komponenter och anläggningar som jag har sett på arbetsfältet, men inte vetat hur de fungerar och hur de styrs. Efter att ha haft detta arbete som en självstudie och beskrivit en komponents eller anläggnings funktion och användningsändamål åt gången, har jag lärt mig mycket.

Jag har dock märkt att kunskapen från dessa två utbildningar inte räcker för att arbeta med fastighetsautomation. Den andra branschen man borde behärska är VVS- sidans ventilation, värme och kylsystem. Efter att ha skrivit detta arbete har jag kommit i kontakt med denna bransch och lärt mig de grunder som behövs för att börja arbeta med fastighetsautomation, som även var det huvudsakliga målet med detta examensarbete.

Eftersom Hangö Elektriska gav mig möjligheten att utföra ett riktigt fastighetsautomationsprojekt började jag mina arbetsplatsförlagda studier i förtid och utförde arbetet vid sidan om studierna. Detta lyckades bra och jag fick själv programmera och pröva hur systemet fungerade i verkligheten. Detta lärde mig mycket och tillika fick jag ett projekt jag själv hade konstruerat, vilket underlättade skrivandet av Fidelix PC-verktygen, eftersom man hade mer praktisk erfarenhet av dessa.

Det som dock bör påpekas är att detta inte är en manual för hur PC-verktygen används, utan en introduktion som ger läsaren en bild av hur programmen ser ut, vad som görs med ett specifikt program samt var de används.

Källförteckning

Härkönen, P., Mikkola, J., Piikkilä, V., Sahala, A., Sahlstén, T., Sandström, B., Sirviö, A., Spangar, T. & Sulku, J. (2012). *Rakennusautomaatiojärjestelmät - Tietotekniset järjestelmät*. Esbo: Sähkötieto ry.

Erkinheimo, H., Käyhkö, K., Niemelä, H., Pullola, E., Saloriutta, J. & Tuomainen, M. (1997). *Taajuusmuuttajat - Käyttö, asennus, häiriöt*. Esbo: Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry.

Laitinen, J. (2010). *Pieni suuri energiakirja - opas energiatehokkaaseen asumiseen*. Tallin: Kolofon Baltic.

Warfvinge, C. & Dahlblom, M. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur.

Korkkala, T. & Laksola, J. (2009). *Ilmastointi - Hoito ja huolto*. Helsingfors: AS printall.

Värjä, P. & Mikkola, J.-M. (2009). *Uusi kiinteistöautomaatio*. Korea: Korian Kirjapaino Ky.

B.Thomas (2008). *Modern reglerteknik*. Korotan, Ljubljana, Slovenien.

Internetkällor:

Hangon Sähkö 2012. <http://www.hangonsahko.fi/suomi/> (hämtat 8.11.2012)

Produal 2012. <http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittalähettimet> (hämtat 8.11.2012)

Fidelix 2012.

http://www.fidelix.fi/documents/Fidelix_yleisesite_v4.7_2013.03.11_FIN_WEB.pdf (hämtat 12.11.2012)

Kronotech 2013. <http://www.kronotech.com/ST/st.htm> (hämtat 4.2.2013)

Belimo 2012. <http://www.belimo.fi/products.php?series=SF> (hämtat 9.11.2012)

Claymore engineer 2013.

http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books/plcs/chapters/plc_st.pdf (hämtat 28.1.2013)

Sähkön hinta 2013. <http://www.sahkonhinta.fi> (hämtat 17.3.2013)

Bilder:

Archiexpo 2013. <http://www.archiexpo.com/prod/hoval-italia/heat-exchangers-66161-425577.html> (hämtat 15.1.2013)

Fantronix 2013.

http://www.fantronix.com/acatalog/Choosing_and_Fitting_a_Heat_Recovery_Unit.html (hämtat 15.1.2013)

Fläktwoods lämmönsiirtimeet 2013. <http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/acs/lammonsiirtimeet-ja-ilmanlammittimet/lamellilammonsiirtimeet/ilmanvaihtopatterit-konevaippaan/qlh-m-t/> (hämtat 26.1.2013)

Danfoss 2013. <http://danfoss.ipapercms.dk/Heating/AutoGen/ED97F320/?Page=1> (hämtat 26.1.2013)

Fläktwoods aggregat 2013. <http://www.flaktwoods.se/5e4d0917-d52a-4dc1-95e4-7dc9d3702a26> (hämtat 27.1.2013)

Opticontrols 2013. <http://blog.opticontrols.com/archives/344> (hämtat 9.3.2013)